

**Impactos e Controles Ambientais na Mineração de Argila: Um Estudo de Caso no Município de Santa Rosa de Lima/SC**

Marta Cristina Penno

Orientador: Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna

2010/2





UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL

IMPACTOS E CONTROLES AMBIENTAIS NA MINERAÇÃO DE  
ARGILA: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SANTA  
ROSA DE LIMA/SC

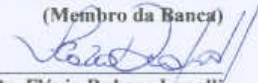
MARTA CRISTINA PENNO

Trabalho submetido à Banca Examinadora como  
parte dos requisitos para Conclusão do Curso de  
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambien-  
tal – TCC II.

BANCA EXAMINADORA:

  
Prof. Dr. Fernando Soares Pinto Sant'Anna  
(Orientador)

  
Dra Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto  
(Membro da Banca)

  
Dr. Flávio Rubens Lapolli  
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)  
DEZEMBRO/ 2010



Penno, Marta Cristina

Impactos e Controles Ambientais na Mineração de Argila: Um Estudo de Caso  
no Município de Santa Rosa de Lima/SC

Marta Cristina Penno – Florianópolis, 2010.

x, 95p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Título em Inglês: Impacts and Environmental Controls on Mining Clay: A  
Case Study in the city of Santa Rosa de Lima/SC

1. Mineração de Argila. 2. Impactos Ambientais. 3. Medidas de Mitigação



## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu grande Deus, criador do universo, por permitir a conclusão de mais essa etapa na minha vida.

Aos meus pais, cujo amor incondicional me ensinou valiosos conselhos que levarei por toda minha vida.

Aos meus irmãos, pelo apoio e contribuições no trabalho.

Ao meu namorado Edson, pelo amor, carinho e paciência no desempenho dessa tarefa.

Ao meu orientador, Professor Fernando, pela disponibilidade em orientar esse trabalho.

A todas as verdadeiras amizades que fiz durante a graduação.

A FATMA de Tubarão, pela disponibilização de dados para a realização desse trabalho.

A UFSC, pelos conhecimentos adquiridos durante a fase de graduação.





## RESUMO

A mineração é considerada um dos setores básicos da economia responsável pelo desenvolvimento e crescimento econômico de um país. Por outro lado, é também uma das atividades que causam significativos impactos ambientais e sociais, podendo interferir na qualidade de vida e no meio ambiente. Nessa perspectiva, alguns controles ambientais devem ser praticados a fim de minimizar os impactos gerados por esta atividade. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi propor medidas de mitigação para os impactos ambientais decorrentes da mineração de argila de um empreendimento em operação no município de Santa Rosa de Lima/SC. Para tanto, foi necessário analisar o processo de licenciamento ambiental, com o objetivo de conhecer a situação ambiental no local, bem como as ações realizadas em cada fase do empreendimento e os estudos realizados pelo empreendedor. Num segundo momento, foi feito o reconhecimento da área de estudo e a caracterização do empreendimento, sob os pontos de vista físico, biótico e socioeconômico. Com base nela, foi possível avaliar os impactos ambientais utilizando como metodologia a Matriz de Interação, que mostra a relação entre as ações do empreendimento e os elementos ambientais afetados. A partir da matriz de impacto e com base nas observações de campo, levando em consideração os controles constantes nas leis e na literatura, foram propostas medidas de mitigação para o empreendimento. Verificou-se que o empreendimento está de acordo quanto aos procedimentos legais na esfera do licenciamento ambiental, visto que apresentou um Estudo Ambiental Simplificado que abordam medidas de minimização dos impactos, tal qual preconiza a Resolução n. 01 de 2006. Identificou-se que os impactos mais significativos ocorrem na qualidade do ar, da água, do solo, na geração de rejeitos e estéreis, na transformação da paisagem local e no conforto ambiental. Constatou-se que o empreendimento está seguindo parcialmente as medidas de mitigação previstas em lei. Sendo assim, as medidas de mitigação propostas dizem respeito à manutenção das máquinas, à adoção de lonas para cobertura dos caminhões, à execução de bacia de decantação, o decapeamento progressivo com recuperação simultânea, à mineração em cava em módulos de 4 ha, adoção de barreiras arbóreas para minimização do impacto paisagístico e à recomposição da vegetação com espécies nativas.

**Palavras-chave:** Mineração de Argila, Impactos Ambientais, Medidas de Mitigação

## ABSTRACT

Mining is considered to be one of the basic sectors of a nation's economy playing a fundamental role on the development and economic growth thereof. On the other hand, it has also been regarded as an activity of high social and environmental impacts, which may interfere with the quality of life of local communities and threaten the environment. With this perspective, some mitigation measures has to be done in order to minimize the impacts resulting from this activity. In this context, the aim of this paper is to suggest effective mitigation measures for the environmental impacts resulting from clay mining in a private enterprise located at Santa Rosa de Lima, SC. Thus, it was necessary to analyze the environmental licensing process, in order to know the environmental situation as well as the actions taken at each stage of the enterprise and the studies conducted by the entrepreneur. Secondly, the recognition of the study area was made by preparing themathic maps such as geology, geomorphology, pedology and vegetation, describing it under these aspects. Based on this characterization, it was possible to assess the environmental impacts by using the interation matrix as a methodology, which shows the relation between an enterprise's action and the environmental elements affected. From the interation matrix, based on controls seen in law and literature, mitigation mesearues have been suggested for the clay mining at Santa Rosa de Lima. It was noticed that the enterprise follows the legal procedures of environmental licensing, whereas a Simplified Environmental Study was presented, according to the Resolution n. 01 of 2006. It was noticed that there were significant environmental impacts most notably related to quality of air, water, soil, waste generation, the transformation of landscape and environmental comfort. It was found that the enterprise follows some controls forseen in law. Therefore, the proposed mitigations meseasures are relate to maintenance of machines, adoption of linings trucks, execution of a tailing pond, progressive stripping with simultaneous recovery, mining pit in modules of 4 ha, adoption of tree barriers to minimize the impact on the landscape and the restoration of the vegetation with native species.

**Key-words:** Mining Clay, Environmental Impacts, Mitigation Measures

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1. OBJETIVO GERAL.....	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>18</b>
3.1. CARACTERIZAÇÃO ECONÔMICA DA MINERAÇÃO DE ARGILA.....	18
3.2. LEGISLAÇÃO E LICENCIAMENTO AMBIENTAL .....	20
3.3. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	27
3.3.1. <i>Metodologias Expontâneas – Ad-Hoc</i> .....	28
3.3.2. <i>Metodologia de Listagem (Check -List)</i> .....	28
3.3.3. <i>Matrizes de Interações</i> .....	29
3.3.4. <i>Redes de Interações (Networks)</i> .....	32
3.3.5. <i>Mapas de Superposição (Overlay Mapping)</i> .....	32
3.4. IMPACTOS AMBIENTAIS NA MINERAÇÃO DE ARGILA.....	33
3.5. MEDIDAS DE MITIGAÇÃO NA MINERAÇÃO DE ARGILA.....	35
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>39</b>
4.1. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	39
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO.....	39
4.3. ANÁLISE DO PROCESSO DE LICENCIAMENTO.....	40
4.4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO.....	41
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
5.1. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	43
5.1.1. <i>Geologia</i> .....	45
5.1.2. <i>Geomorfologia</i> .....	48
5.1.3. <i>Pedologia</i> .....	50
5.1.4. <i>Hidrografia</i> .....	52
5.1.5. <i>Clima</i> .....	55
5.1.5.1. <i>Temperatura</i> .....	55
5.1.5.2. <i>Precipitação</i> .....	57
5.1.5.3. <i>Ventos</i> .....	58
5.1.6. <i>Vegetação</i> .....	59
5.1.7. <i>Aspectos Sócio-Econômicos</i> .....	62
5.2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	63

5.3. ANÁLISE DO PROCESSO DE LICENCIAMENTO.....	64
5.4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	66
5.5. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	71
5.5.1. <i>Meio físico</i> .....	71
5.5.1.1. Qualidade do Ar .....	71
5.5.1.2. Qualidade da água .....	71
5.5.1.3. Regime de escoamento das águas .....	73
5.5.1.4. Qualidade do Solo.....	74
5.5.1.5. Topografia.....	74
5.5.1.6. Erosão e Assoreamento .....	74
5.5.1.7. Geração de estêreis e rejeitos.....	75
5.5.2. <i>Meio Biótico</i> .....	75
5.5.2.1. Fauna Terrestre e Cobertura Vegetal .....	75
5.5.3. <i>Meio Sócio-Econômico</i> .....	76
5.5.3.1. Meio Urbano e Sistema Viário.....	76
5.5.3.2. Paisagem (Impacto Visual).....	77
5.5.3.3. Ruído e Vibrações.....	78
5.5.3.4. Trânsito (fluidez e segurança).....	78
5.5.3.5. Demanda por bens e serviços .....	79
5.5.3.6. Geração de Renda e Finanças Municipais.....	80
5.6. MEDIDAS MITIGADORAS.....	80
5.6.1. <i>Medidas previstas no EAS</i> .....	80
5.6.2. <i>Proposição de Medidas de Mitigação</i> .....	81
5.6.2.1. Qualidade do Ar .....	81
5.6.2.2. Qualidade da Água.....	81
5.6.2.3. Qualidade do Solo.....	83
5.6.2.4. Alteração no Padrão Topográfico .....	85
5.6.2.5. Impacto Paisagístico.....	86
5.6.2.6. Meio Biótico .....	87
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>89</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>91</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição percentual de extração de minerais utilizados na construção civil no território nacional (com base em Barreto, 2001)....	19
Figura 2 – Matriz de Impactos Ambientais de Leopold.....	31
Figura 3 - Área diretamente afetada e de Influência direta da mineração de argila.....	44
Figura 4 - Mapa Geológico de Santa Rosa de Lima.....	47
Figura 5 - Mapa Geomorfológico de Santa Rosa de Lima.....	49
Figura 6 - Mapa Pedológico de Santa Rosa de Lima .....	51
Figura 7 - Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do rio Tubarão e Complexo Lagunar. Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Escala: 1: 750.000 .....	53
Figura 8 - Hidrografia de Santa Rosa de Lima.....	54
Figura 9 – Temperatura Média do mês de janeiro para a Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Escala: 1: 750.000.....	56
Figura 10 – Temperatura Média para o mês de julho para a Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Escala: 1: 750.000.....	57
Figura 11 – Precipitação Total Média Mensal no Período de 1986 a 2006 – Estação de Orleans. Fonte: Agência Nacional de Águas.....	58
Figura 12 – Direção preferencial dos ventos na Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Escala: 1: 750.000 .....	59
Figura 13 - Mapa da Vegetação de Santa Rosa de Lima .....	61
Figura 14 – População Total, Urbana e Rural de Santa Rosa de Lima / SC. Fonte: IBGE, 2010.....	62
Figura 15: Amostra do Material. ....	72
Figura 16: Canal de drenagem da área de mineração. ....	72
Figura 17: Seção transversal no terreno mostrando solo fértil e argila. .	73
Figura 18: Mata vizinha a direita da jazida.....	76
Figura 19: Vista geral do empreendimento.....	76
Figura 20: Estrada municipal que dá acesso a jazida. ....	77
Figura 21: Ponto 1 de recuperação da estrada municipal. ....	79
Figura 22: Ponto 2 de recuperação da estrada municipal. ....	79

Figura 23: Canal de drenagem a esquerda da lavra. ....	82
Figura 24: Canal de drenagem a direita da lavra. ....	82
Figura 25: Lançamento da água drenada diretamente aos redores da mina. ....	83
Figura 26: Recuperação Ambiental durante a operação da lavra. ....	84
Figura 27: Ponto 1 de escavação ao longo da estrada. ....	85
Figura 28: Ponto 2 de escavação ao longo da estrada. ....	85
Figura 29: Acesso da jazida pela estrada municipal. ....	86
Figura 30: Placa de sinalização do empreendimento. ....	86

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Documentos necessários para a emissão da LAP segundo Instrução Normativa da FATMA n. 07. ....	25
Tabela 2 - Documentos necessários para a emissão da LAI segundo Instrução Normativa da FATMA n .07. ....	26
Tabela 3 - Documentos necessários para a emissão da LAO segundo Instrução Normativa da FATMA n. 07. ....	26
Tabela 4 – Impactos e medidas de mitigação na mineração de argila ..	38
Tabela 5 – Legenda de classificação dos impactos .....	67
Tabela 6 - Matriz de Interação dos Impactos Ambientais .....	70
Tabela 7 - Síntese dos impactos identificados e medidas de mitigação propostas. ....	88

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade minerária é um dos setores básicos da economia responsável pelo desenvolvimento e crescimento econômico de um país. Segundo dados do DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, no ano de 2005 a produção mineral brasileira comercializada alcançou um patamar de R\$ 31 bilhões, com um aumento de cerca de 30% em comparação ao ano de 2004 (BRASIL, 2006). Dados do IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração mostram que, no ano de 2008, a indústria da mineração e transformação mineral contribuiu com US\$ 84 bilhões, ou seja, aproximadamente 5,25% do total do PIB brasileiro (BRASIL, 2008). Segundo informações do Anuário Mineral Brasileiro, o Brasil teve uma produção bruta em 2006 em torno de 22,5 milhões de toneladas de argila, e Santa Catarina contribuiu com cerca de 16% deste valor (BRASIL, 2008).

Apesar da importância econômica, a mineração é considerada uma das atividades mais impactantes do ponto de vista ambiental e social, provocando alterações na qualidade das águas, degradação visual da paisagem e transtornos às populações que vivem entorno de empreendimentos minerários.

Diante de um cenário de produção nacional crescente e tendo em vista que a mineração é uma atividade exploratória de recursos naturais, alguns controles ambientais devem ser feitos, tanto na etapa de planejamento como na de operação, visando assegurar a proteção do meio ambiente e o manejo adequado dos recursos naturais.

A legislação ambiental brasileira, quando se trata da matéria de exploração de minérios para fins industriais, preconiza diversas diretrizes para o licenciamento dessas atividades, visando, dessa forma, a minimização dos impactos gerados pela atividade.

Nesta perspectiva, o trabalho apresenta um estudo de caso da atividade de mineração de argila do empreendimento Cerâmica Elizabeth atualmente em atividade no município de Santa Rosa de Lima/SC. Este empreendimento significa uma mudança do modelo de desenvolvimento local que se baseia na agricultura ecológica, a qual faz uso de técnicas sustentáveis de manejo do solo, como por exemplo, a produção sem agrotóxicos e sem adubos químicos.

Neste contexto, o presente trabalho de conclusão de curso tem por objetivo propor medidas de mitigação para os impactos ambientais decorrentes de um empreendimento de mineração de argila, através do

estudo de seu processo de licenciamento e por meio de uma avaliação dos impactos ambientais.

Espera-se reunir informações que dêem subsídios aos órgãos responsáveis pela fiscalização ambiental e apresentar elementos para que a comunidade atingida e as futuras gerações possam fazer uso de seus direitos ambientais enquanto cidadãos.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar os impactos ambientais e propor medidas de mitigação para um empreendimento de mineração de argila na localidade de Santa Bárbara no município de Santa Rosa de Lima - SC.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Analisar o processo de licenciamento ambiental do empreendimento;
- Elaborar um diagnóstico ambiental da área de estudo e caracterizar a atividade de mineração;
- Avaliar os impactos ambientais decorrentes da mineração de argila por meio de uma Matriz de Interação;
- Indicar medidas de mitigação para os impactos do empreendimento.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Caracterização Econômica da Mineração de Argila**

O Brasil ocupa uma posição mundial dominante, detém grandes reservas mundiais e uma diversificada gama de minerais metálicos e não-metálicos, colocando-se entre os seis mais importantes países mineiros do mundo (BARRETO, 2001).

Nesse contexto, produz 70 diferentes bens minerais, sendo 21 do grupo de minerais metálicos, 45 dos não-metálicos e 4 dos energéticos. Algumas dessas substâncias minerais têm uma produção muito expressiva, alcançando importante participação na oferta mundial. Dentre elas, destacam-se o nióbio (92% de participação na produção mundial do ano de 2000), minério de ferro (20%, segundo maior produtor mundial), tantalita (22%), manganês (19%), alumínio e amianto (11%), grafita (19%), magnesita (9%), caulim (8%) e, ainda, rochas ornamentais, talco e vermiculita, com cerca de 5% (BARRETO, 2001).

Atualizando esses dados para o ano de 2008, segundo o Instituto Brasileiro de Mineração ressalta-se a posição da produção brasileira do nióbio (95%), minério de ferro (17%), tantalita (17%), manganês (21%), alumínio (12,4%), grafita (7,2%) e caulim (5,48%) (BRASIL, 2008).

A indústria da mineração foi responsável por uma produção de US\$ 84 bilhões no ano de 2008, aproximadamente 5,25% do total do PIB brasileiro (BRASIL, 2008). Segundo dados do DNPM, no ano de 2005 a produção mineral brasileira comercializada alcançou uma patamar de R\$ 31 bilhões, ou seja, um aumento de cerca de 30% em comparação ao ano de 2004 (BRASIL, 2006). Segundo informações do Anuário Mineral Brasileiro, o Brasil teve uma produção bruta em 2006, em torno de 22,5 milhões de toneladas de argila, e Santa Catarina contribui com cerca de 16% deste valor (BRASIL, 2008).

A extração de minerais utilizados na construção civil está distribuída regionalmente no país, sendo 4% no norte, 8% no centro-oeste, 13% no nordeste, 21% no sul e 54% no sudeste (BARRETO, 2001). A Figura 1 demonstra a distribuição da extração de minerais ao longo do território nacional.



Figura 1 - Distribuição percentual de extração de minerais utilizados na construção civil no território nacional (com base em Barreto, 2001).

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica, o Brasil dispõe de importantes jazidas de minerais industriais de uso cerâmico, cuja produção está concentrada principalmente nas regiões sudeste e sul, onde estão localizados os maiores pólos cerâmicos do País. As reservas de argila para cerâmica vermelha são de grande porte e distribuem-se por praticamente todas as regiões do país (ABC, 2010).

“Dentre as diversas substâncias minerais consumidas, destacam-se, em face do volume de produção atingido, as argilas de queima vermelha ou argilas comuns que respondem pelo maior consumo, sendo especialmente utilizadas na cerâmica vermelha e de revestimento, às vezes constituindo a única matéria-prima da massa. Tais argilas são caracterizadas como matérias de baixo valor unitário, fato este que não viabiliza o seu transporte a grandes distâncias, condicionando a instalação de unidades industriais cerâmicas o mais próximo possível das jazidas” (ABC, 2010).

Dados da ABC estimam um consumo de 6 milhões de toneladas por ano de matérias-primas para a cerâmica de revestimento, e, dentre elas destacam-se as argilas comuns fundentes (40 a 50%) e as argilas plásticas (15 a 20%) (ABC, 2010).

Os elementos acima descritos apontam para um cenário nacional crescente de exploração mineral; a região sul do Brasil é o segundo maior pólo de extração de minérios do país; e a mineração é uma atividade exploratória dos recursos naturais. Estes fatores sugerem a adoção de algumas medidas de mitigação que devem ser praticadas, tanto na

fase de planejamento quanto na de operação, para assegurar a proteção do bem ambiental e dos recursos naturais.

### **3.2. Legislação e Licenciamento Ambiental**

As atividades de mineração estão sujeitas a um conjunto de leis, decretos e resoluções que regulamentam, na esfera federal e estadual, o processo de licenciamento ambiental.

A Constituição da República Federativa do Brasil, no seu artigo 225 determina, na forma de princípio de direito à sadia qualidade de vida em termos ambientais, que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1998).

Em 31 de agosto de 1981, foi sancionada a Lei n. 6.938, que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental.

Ainda que a referida lei tenha sido publicada em data anterior à vigência da nova ordem constitucional (1988), por esta foi recepcionada na medida em que permanece em vigor até os dias de hoje.

Nesse sentido, a PNMA tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (Art. 2º da Lei n. 6938/81).

Para assegurar os objetivos preconizados na PNMA, o artigo 9º da Lei n. 6938/81, nos incisos III e IV, estabelece como instrumentos da PNMA a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.

A AIA tem como principal ferramenta o Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental, definidos no Decreto n. 88351/83 que foi reformulado pelo Decreto n. 99274/90.

O artigo 17 deste mesmo decreto, em seu § 1º reforça que para fins de licenciamento ambiental se faz necessário o estudo de impacto ambiental, conforme se extrai do texto legal abaixo citado:

Art. 17. A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimento de atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas

efetiva ou potencialmente poluidoras, bem assim os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão estadual competente integrante do Sisnama, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

§ 1º Caberá ao Conama fixar os critérios básicos, segundo os quais serão exigidos estudos de impacto ambiental para fins de licenciamento (...).

Por outro lado, de modo semelhante, a Constituição da República Federativa faz menção ao EIA no artigo 225, § 1º, inciso IV, o qual diz ser incumbência do Poder Público exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, o estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará ampla publicidade.

Convém esclarecer que em 1997, atentos à necessidade de revisão dos procedimentos e dos critérios para fins de licenciamento ambiental, bem como à urgência no estabelecimento de critério de competência para licenciar, o CONAMA editou resolução em que disciplina a matéria e atualiza conceitos anteriormente previstos na Resolução n. 001/86.

Tal Resolução de n. 237/97 definiu o Licenciamento Ambiental como um “procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso”.

Em face da estreita relação com o tema em estudo, convém mencionar, ainda, que o Decreto n. 99.274/90, em seu artigo 19, definiu os três tipos de licenças ambientais, conforme abaixo transcrito:

Art. 19 (...)

I - Licença Prévia (LP), na fase preliminar do planejamento de atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;  
II - Licença de Instalação (LI), autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado; e

III - Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação.

Especificamente, abordando o assunto referente ao impacto ambiental, o CONAMA, mediante a resolução n. 01/86, no artigo 1º definiu impacto ambiental como sendo “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais”.

No artigo 2º, inciso IX, está disposto que “dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como: (...) Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração; (...)”.

Entende-se por extração de minérios o conjunto de atividades ligadas à retirada do material do seu lugar de origem, por meio da exploração das jazidas (lavras), para fins de aproveitamento econômico e industrial.

Especificamente, os Minérios de classe II são conceituados como aquelas substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, tais como, areia, argila e cascalho, definidas pelo Código de Mineração (Decreto-Lei n. 227 de 1967).

Assim, visando o melhor controle das atividades de extração de minerais de classe II, o CONAMA estabeleceu critérios específicos de Licenciamento Ambiental para essas atividades, por meio da Resolução n. 10 de 1990.

O art. 3º estabelece que “fica a critério do órgão ambiental competente, que o empreendimento, em função de sua natureza, localização, porte e demais peculiaridades, poderá ser dispensado da apresentação dos Estudos de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, e fica estabelecido, no parágrafo único, que

na hipótese da dispensa do EIA/RIMA, o empreendedor deverá apresentar um Relatório de Controle Ambiental (RCA), elaborado de acordo com as diretrizes a serem estabelecidas pelo órgão ambiental competente”.

Entretanto, Machado (2002) alerta que a “eliminação da exigência de EIA/RIMA, como é o caso da Resolução n. 10/90, merece ser feita com extremo cuidado, não se esquecendo de introduzir meios que assegurem o direito de informação e de participação do público na preparação do licenciamento ambiental.”

Na mesma resolução, o artigo 4º dispõe que, o empreendedor, para obter a licença prévia, deverá apresentar o requerimento e o Estudo de Impacto Ambiental com o respectivo Relatório de Impacto Ambiental ou o Relatório de Controle Ambiental e demais documentos exigidos. O órgão ambiental competente, por sua vez, irá analisar a documentação e decidir sobre a concessão da licença prévia (LAP).

O artigo 5º prevê que, para a licença de instalação, o empreendedor deverá apresentar, acompanhados do requerimento, o Plano de Controle Ambiental (PCA), que deverá contemplar os projetos executivos de minimização dos impactos ambientais avaliados na fase da Licença Prévia, bem como os demais documentos necessários. De modo semelhante, o órgão ambiental competente irá analisar a documentação, decidindo sobre a concessão da licença de instalação (LAI).

De posse da licença de instalação, o empreendedor deverá apresentá-la ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), para a obtenção do Registro de Licenciamento.

Na sequência, o art. 7º dispõe que o empreendedor deverá requerer ao órgão ambiental competente a licença de operação, apresentando a documentação necessária, o qual irá verificar e comprovar a implantação das medidas de minimização de impactos ambientais constantes no Plano de Controle Ambiental, decidindo sobre a concessão da licença de operação (LAO).

O município de Santa Rosa de Lima, local onde se encontra o objeto do presente estudo de caso, situa-se no estado de Santa Catarina, e por isso se faz necessário abordar a legislação estadual vigente, complementando com a Resolução n. 01 de 2006 do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA) e com a Instrução Normativa n. 07 da Fundação de Meio Ambiente (FATMA) que dispõe sobre o procedimento necessário ao Licenciamento Ambiental de atividades de mineração no Estado de Santa Catarina.

A Resolução n. 01 de 2006 do CONSEMA aprova a listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental e passíveis de licenciamento ambiental pela FATMA e indica o competente estudo ambiental para fins de licenciamento. Para o caso da Cerâmica Elizabeth, estudo de caso deste trabalho, tal resolução indica como estudo ambiental para fins de licenciamento o Estudo Ambiental Simplificado (EAS), de acordo com as características do empreendimento, como por exemplo, o método de extração e o volume anual de material extraído da jazida.

De acordo com a Instrução Normativa n. 07 da FATMA, para a emissão da LAP, são necessários diversos documentos, a seguir elencados na Tabela 1.

Requerimento da Licença Ambiental Prévia e confirmação de localização do empreendimento segundo suas coordenadas geográficas (latitude/longitude) ou planas (UTM).
Procuração, para representação do interessado, com firma reconhecida.
Cópia do comprovante de quitação do boleto bancário expedido pela FATMA.
Documento expedido pela Prefeitura Municipal declarando que a atividade está de acordo com as diretrizes de uso do solo do município e se está à montante ou à jusante do ponto de captação de água para o abastecimento público, para o regime de pesquisa. No caso de Licenciamento Mineral, apresentar Licença de Extração da Prefeitura;
Cópia do Protocolo junto ao DNPM;
Cópia do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais (Lei Federal n. 6.938/81, art. 17, inc. II).
Cópia da Transcrição ou Matrícula do Cartório de Registro de Imóveis atualizada (no máximo 90 dias), com a devida Averbação da Reserva Legal, quando se tratar de imóvel situado em área rural.
Formulário de Informações para Licença Ambiental Prévia preenchido e assinado.



Planta de situação/localização contendo os cursos d'água, bosques, dunas, restingas, mangues e, outras áreas protegidas por lei e também o arruamento no entorno da área, com pontos de referência para facilitar a localização.
Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) ou Estudo Ambiental Simplificado (EAS). O EIA, EAS e RAP devem vir acompanhados do plano de recuperação de Áreas degradadas (PRAD).
Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do(s) profissional(ais) habilitado(s) para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental, ou Estudo Ambiental Simplificado ou do Relatório Ambiental Prévio.

Tabela 1 – Documentos necessários para a emissão da LAP segundo Instrução Normativa da FATMA n. 07

Dada à aprovação da LAP o empreendedor parte para o requerimento da LAI, a qual deve conter os seguintes itens (Tabela 2):

Requerimento da Licença Ambiental de Instalação.
Procuração, para representação do interessado, com firma reconhecida.
Cópia do comprovante de quitação do boleto bancário expedido pela FATMA.
Formulário de Informações para Licença Ambiental de Instalação preenchido e assinado.
Projetos executivos embasados nos impactos ambientais;
Cronograma detalhado para implantação das medidas ambientais e do avanço da mineração nas suas diversas etapas;

Plantas plani-altimétricas (plantas georeferenciadas) em escala adequada caracterizando:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos os aspectos constantes do diagnóstico da área;</li> <li>• Os impactos ambientais e delimitando suas áreas de influência;</li> <li>• O avanço das frentes de lavra, nas suas diversas etapas;</li> <li>• A configuração final da área após a atividade de lavra;</li> <li>• O empreendimento, local de estocagem do minério, do solo orgânico, do estéril e vias de acesso;</li> <li>• A recuperação ambiental da área.</li> </ul>
Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional habilitado pela elaboração do projeto executivo do empreendimento.

Tabela 2 - Documentos necessários para a emissão da LAI segundo Instrução Normativa da FATMA n .07

Após a análise de aprovação do PCA, é emitida a LAI e o empreendedor deverá solicitar a LAO. A Tabela 3 enumera os documentos que deverão compor o processo de licenciamento de operação.

Requerimento da Licença Ambiental de Operação.
Procuração, para representação do interessado, com firma reconhecida.
Cópia do comprovante de quitação do boleto bancário expedido pela FATMA.
Título Mineral junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM;
Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional habilitado pelo acompanhamento e execução da atividade.
Estudo de Conformidade Ambiental
Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) atualizada do(s) profissional (ais) habilitado(s) para a elaboração do Estudo de habilitado(s) para a elaboração do Estudo de Conformidade Ambiental.

Tabela 3 - Documentos necessários para a emissão da LAO segundo Instrução Normativa da FATMA n. 07

### 3.3. Metodologias de Avaliação de Impacto Ambiental

A Avaliação de Impacto Ambiental é um instrumento conhecido mundialmente nas políticas ambientais de diversos países, e está presente também na legislação ambiental brasileira por meio da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6938/81), que tem como objetivo a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental.

A International Association for Impact Assessment estabelece os objetivos e fundamenta os princípios da Avaliação de Impacto Ambiental, como um processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos biofísicos e sociais relacionados às atividades econômicas, auxiliando no processo de tomada de decisão (IAIA, 1999).

Neste contexto, existem metodologias de Avaliação de Impacto Ambiental, que são ferramentas de apoio utilizadas nos Estudos Ambientais com o propósito de comparar, organizar e analisar as informações a respeito dos impactos ambientais de uma determinada atividade ou empreendimento, tornando-as transparentes e acessíveis a compreensão do público.

Para Cunha & Guerra (1999) alguns critérios básicos merecem atenção por aqueles que utilizam os métodos de avaliação de impactos ambientais, tais como: a integração dos aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos, a inclusão do fator tempo, a utilização de indicadores que facilitem a tarefa de prospecção e setorização do território, um mecanismo que permita somar os impactos parciais para se obter o impacto total sobre o local, a capacidade de extrapolação e arquivamento de dados para aplicação em outras áreas a serem estudadas, a aplicação em diferentes escalas, e a participação pública nas tomadas de decisões.

Cunha & Guerra (1999) ainda argumentam que a observância desses critérios permite uma melhor eficácia e interpretação do ambiente, permitindo a análise de viabilidade e identificação das alternativas para a prevenção, recuperação e/ou reconstituição ambiental.

No entanto, Cunha & Guerra (1999) ressaltam que não existe uma metodologia completa e ideal que atenda a todos os diferentes Estudos de Impacto Ambiental. Entretanto, é importante selecionar metodologias adaptadas às condições ambientais reais para cada localidade.

Existem várias linhas metodológicas na Avaliação de Impacto Ambiental, citadas amplamente pela literatura, entre elas pode-se citar: Metodologias espontâneas (*Adhoc*), Listagens (*Check-list*), Matrizes de interações, Redes de interações (*Networks*), Metodologias quantitativas, Modelos de simulação, Mapas de superposição (*Overlays*) e Projeção de cenários.

### **3.3.1. Metodologias Expontâneas – Ad-Hoc**

A metodologia *Ad-Hoc*, conhecida na literatura como Reunião de Especialistas, baseia-se no conhecimento empírico e na experiência de profissionais de diferentes áreas que se reúnem para realizar uma avaliação de impacto ambiental.

Para Cunha & Guerra (1999), esta metodologia tem a vantagem de desenvolver uma estimativa rápida, de forma simples e organizada, objetiva e facilmente compreensível pelo público.

Como desvantagem, Lohani et al (1997) afirmam que os métodos Ad-Hoc fornecem uma orientação insuficiente para a análise de impacto ambiental, não abrangendo todos os impactos relevantes ao empreendimento. Cunha & Guerra (1999) ainda ressaltam que essa metodologia aborda de maneira superficial, pouco quantitativa e de forma bastante subjetiva as variáveis ambientais.

### **3.3.2. Metodologia de Listagem (Check-List)**

É um dos métodos mais utilizados na Avaliação de Impacto Ambiental. Consiste na identificação e enumeração dos impactos a partir de um diagnóstico ambiental realizado por especialistas dos meios físico, biótico e sócio-econômico, relacionando os impactos decorrentes das fases de implantação e operação do empreendimento, categorizando-os em positivos ou negativos, conforme o tipo da modificação antrópica que esteja sendo introduzida no sistema analisado (CUNHA & GUERRA, 1999).

Lohani et al (1997) citam algumas vantagens no uso das listagens, tais como:

- Organizam as informações, assegurando que nenhum impacto seja negligenciado;
- Sintetizam as informações tornando-as acessíveis à especialistas de outras áreas;
- Fornecem um primeiro nível de avaliação;

Entretanto, Westman (1985) citado por Lohani et al (1997) e Cunha & Guerra (1999) afirmam que, por não considerar as relações de causa e efeito entre os impactos, ou seja, a seqüência de alterações desencadeadas de uma ação impactante, os check-list somente auxiliam nas avaliações preliminares.

Sánchez (2002) afirma que, embora o check-list seja amplamente difundido na literatura, poucas vezes se pode utilizá-lo sem que haja correções ou adaptações desta ferramenta, tanto pelas características dos empreendimentos quanto pelas condições do meio ambiente.

### **3.3.3. Matrizes de Interações**

As matrizes surgiram como uma tentativa de suprir as deficiências das listagens (CUNHA & GUERRA, 1999). É uma forma de organização das informações, que permite a visualização, em uma mesma estrutura, das relações entre indicadores relativos ao meio natural e indicadores relativos ao meio antrópico (ABSY et al., 1995).

Uma das mais difundidas nacional e internacionalmente é a Matriz de Leopold (ABSY et al, 1995; CUNHA & GUERRA (1999), LOHANI et al, 1997). Essa matriz tem sido utilizada nos EIA/RIMA realizados no Brasil, sendo freqüentemente tomada como um método de elaboração de estudo, associados a quase todos os tipos de implantação de projetos.

Consiste em uma matriz bidimensional para identificação de impactos, que contém 100 ações humana que podem causar impactos ambientais e 88 condições ambientais que podem ser afetadas pelas ações humanas, os quais se relacionam entre si.

Os impactos positivos e negativos de cada meio (físico, biótico e sócio-econômico) são alocados no eixo vertical da matriz, de acordo com a fase em que se encontrar o empreendimento (implantação e/ou operação). Cada impacto é, então, alocado na matriz por meio (biótico, antrópico e físico) mostrando a relação entre uma ação do empreendimento e uma característica ou condição ambiental, qualificando a magnitude e a significância dos impactos identificados (ABSY ET AL, 1995; CUNHA & GUERRA, 1999; SÁNCHEZ et al, 2002).

Para Cunha & Guerra (1999), o método apresenta uma fácil compreensão dos resultados, abordando fatores biofísicos e sociais, acomoda dados qualitativos e quantitativos, além de fornecer boa orientação para o prosseguimento dos estudos, introduzindo multidisciplinaridade. Entretanto, ressaltam que a variável tempo e outros atributos de impacto não são considerados, bem como as áreas de influência do projeto sendo que a valoração quantitativa tem caráter subjetivo.

Já Absy et al (1995) afirmam que o método tem sido empregado sem uma preocupação em se justificar, técnica e cientificamente, a escolha das ações e características ambientais, bem como os critérios utilizados para definir a escala de qualificação.

A Figura 2 mostra a Matriz de Impacto Ambiental de Leopold.

MATRIZ CLÁSSICA DE LEOPOLD																				
INSTRUÇÕES			A. MODIFICAÇÃO DE REGIME					B. TRANSFORMAÇÃO DE TERRA E CONSTRUÇÃO										C. EXTRAÇÃO DE RECURSOS		
<p>1 - Identifique todas as ações (localizadas na parte superior da matriz) que fazem parte do projeto apresentado.</p> <p>2 - Sob cada uma das ações propostas, coloque uma barra oblíqua na interseção de cada item, no lado da matriz, se há possibilidade de impacto.</p> <p>3 - Tendo completado a matriz, coloque um número de 1 a 10, no lado esquerdo de cima de cada quadrado, que indica a <u>magnitude</u> do possível impacto; 10 representa a maior magnitude e 1 a menor (não há zeros). Antes de cada número coloque + se o impacto for benéfico. No lado inferior direito do quadrado, coloque um número de 1 a 10 que indica a <u>importância</u> do possível impacto (p. ex., regional / local); 10 representa a maior importância e 1 a menor (não há zeros).</p> <p>4 - O texto que acompanha a matriz deverá ser uma discussão dos impactos significativos representados pelas colunas e linhas com grande números de quadrados, em particular, com os maiores números.</p> <p>* Ver Modelo de Matriz na parte inferior da página</p>			Introdução de flora ou fauna exótica Controles biológicos Modificação do habitat Alteração da cobertura superficial Alteração da hidrologia da água subterrânea Alteração da drenagem Controle de rio e modificação do fluxo Canalização Irrigação Modificação das condições meteorológicas Queimada Superfície ou pavimentação Ruído e vibração					Urbanização Instalações industriais e edifícios Aeroportos Rodovias e pontes Estradas e picadas Ferrovias Cabos e elevadores Linhas de transmissão, oleodutos e passagens Barreiras, inclusive cercas Dragagem e refiliação de canais Revestimento de canais Canais Barragens e açudes Docas, molhes, marinas e terminais marítimos Estruturas litorâneas, costeiras (offshore) Estruturas de recreação Explosão e perfuração Escavação e terraplanagem Túneis e estruturas subterrâneas										Explosão e perfuração Escavação de superfície Escavação de subsolo e reposição Abertura de poços e remoção de fluidos Dragagem Desmatamento e outros serviços madeireiros Pesca e caça comerciais		
			a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	j.	k.	l.	m.	a.	b.	c.	d.	e.
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS	1. TERRA	AÇÕES PROPOSTAS																		
		a. Recursos minerais																		
		b. Materiais de construção																		
		c. Solos																		
		d. Formas de relevo																		
		e. Campos de força e radiação ambiente																		
	2. ÁGUA	f. Características físicas únicas																		
		a. Superfície																		
		b. Oceano																		
		c. Subsolo																		
		d. Qualidade																		
		e. Temperatura																		
	3. AR	f. Recarga																		
		g. Neve, gelo e geadas																		
		a. Qualidade (gases, particulados)																		
		b. Clima (micro, macro)																		
		c. Temperatura																		
		d. Inundações																		
	4. PROCESSOS	e. Erosão																		
		f. Deposição (sedimentação e precipitação)																		
		g. Solução																		
		h. Sorção (troca de íons, complexos)																		
		i. Compactação e assentamentos																		
		j. Estabilidade																		
		k. Sismologia (terremotos)																		
		l. Movimentos																		

Figura 2 – Matriz de Impactos Ambientais de Leopold.  
 Fonte: CHRISTOFOLETTI, 1999

### **3.3.4. Redes de Interações (Networks)**

“As redes de interações são construídas para identificar a totalidade das conexões entre os vários efeitos ambientais que podem resultar das intervenções humanas. Através de esquemas ou de equações matemáticas, podem ser mostrados os efeitos diretos e os efeitos sequenciais dessas intervenções” (WATERN, 1992 apud ABSY et al, 1995).

A rede mais difundida e conhecida é a de Sorensen (1974) que identificou as condições e os efeitos ambientais de diversos tipos de uso do solo em regiões costeiras. Cunha & Guerra (1999) afirmam que a rede de Sorensen, por assinalar apenas impactos negativos, e quando utilizada isoladamente, serve apenas para identificação de impactos.

As redes têm por objetivo a previsão dos impactos ambientais pelas ações praticadas pelo empreendimento.

As redes de interações são vantajosas por permitir uma boa visualização dos impactos secundários, orientam medidas a serem propostas para o gerenciamento dos impactos identificados, isto é, recomendam medidas mitigadoras, propõem programas de manejo e monitoramento e controles ambientais (CUNHA & GUERRA, 1999).

O grande problema na sua aplicação é que o conhecimento científico disponível ainda não permite identificar e descrever com precisão todas as características naturais do meio e suas inter-relações (ROWE, 1978 apud ABSY et al, 1995).

Cunha & Guerra (1999) apontam desvantagens na aplicação destas redes porque são muito extensas, prejudicam a distinção de impactos de curto e longo prazo e não especificam valores dificultando a sua elaboração.

### **3.3.5. Mapas de Superposição (Overlay Mapping)**

Os mapas de superposição são técnicas cartográficas que permitem a superposição de dados gráficos. Os fatores ambientais (clima, geologia, fisiografia, hidrologia, pedologia, vegetação, vida silvestre e uso do solo) são registrados e ordenados em mapas transparentes com diferentes graus de sombreamento (ABSY et al, 1995).

Estes mapas se interagem para produzir a síntese da situação ambiental de uma área geográfica, podendo ser elaboradas de acordo com os conceitos de vulnerabilidade ou potencialidade dos recursos ambientais (CUNHA & GUERRA, 1999).

Cunha e Guerra (1999) ressaltam o uso desta metodologia para localizar conflitos de uso e ocupação do solo.



O uso desta metodologia, embora favoreça a representação visual, omite impactos de indicadores que não podem ser especializados. Entretanto, pode ser utilizada como complementação de outra metodologia de AIA (CUNHA & GUERRA, 1999).

Com o desenvolvimento das tecnologias de Sistema de Informações Geográficas (SIG), aprimorou-se a forma com que os mapas sobrepostos são produzidos, aperfeiçoando as técnicas manuais de elaboração com o auxílio das ferramentas computacionais (LOHANI et al, 1997).

### **3.4. Impactos Ambientais na Mineração de Argila**

A mineração abrange um conjunto de atividades com o propósito de descobrir, avaliar e extrair as substâncias minerais úteis existentes no interior ou na superfície do nosso planeta Terra (CAMPOS & FERNANDES, 2007).

A primeira etapa compreende as atividades de prospecção e descoberta de novas ocorrências minerais, através de levantamentos geológicos existentes e análise de imagens de satélite. Na segunda etapa, são realizados trabalhos em nível de conhecimento geológico detalhado das novas ocorrências, com o objetivo de avaliar sua viabilidade econômica para fins de exploração (CAMPOS & FERNANDES, 2007).

A terceira etapa compreende os trabalhos necessários ao aproveitamento industrial da jazida mineral, como a abertura de estradas, a implantação de estruturas de apoio (oficinas, portarias, escritórios, banheiros, refeitório, almoxarifado) e a implantação de estruturas de controle. E, por fim, a lavra ou exploração, é definida pelo Decreto Lei n. 227/67, como o conjunto de operações necessárias a retirada para o aproveitamento industrial da jazida até o seu beneficiamento (CAMPOS & FERNANDES, 2007).

A mineração, em geral, está relacionada à obras de solo, como a escavação, o desmonte, o rebaixamento do lençol freático, o transporte e bota fora de materiais e a construção de drenagens, estradas e praças de trabalho (MACHADO, 2002). É considerada uma das atividades mais impactantes ao meio ambiente, haja vista as diversas alterações que gera nas suas atividades, como a degradação visual da paisagem, do solo, do relevo, as alterações na qualidade das águas, os transtornos gerados as populações que habitam o entorno dos projetos minerários e a saúde das pessoas envolvidas no empreendimento (DIAS, 1999).

O impacto mais notório e característico da atividade de mineração é a transformação da paisagem decorrente do contraste que as áreas mineradas geralmente fazem com a paisagem local (BOLZAN, 2001).

Este impacto está estritamente relacionado com a retirada da vegetação, ao volume de escavação do material, a relação quantidade de minério e rejeito produzido e a visibilidade em razão da localização do empreendimento (MECHI & SÁNCHEZ, 2010).

Com alguma frequência, a mineração provoca a poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra e perfuração das rochas, nas etapas de beneficiamento e transporte do material, e por gases emitidos da queima de combustível das máquinas e veículos, alterando as características físicas e químicas da qualidade do ar (MECHI & SANCHEZ, 2010).

A qualidade das águas dos rios e reservatórios a jusante do empreendimento, pode ser prejudicada em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão, decorrentes do processo de escavação. De modo semelhante, o detrimento da qualidade da água pode ser causado por substâncias lixiviadas e carreadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa e metais pesados, os quais poderão afetar também as águas subterrâneas. Os processos erosivos também contribuem para o aumento da turbidez e provocam o assoreamento dos corpos d'água do entorno (MECHI & SANCHEZ, 2010).

Os recursos hídricos podem ser atingidos pela lixiviação e instabilização das pilhas de material estéril proveniente das operações de lavra e pelo rompimento dos taludes das bacias de rejeitos (MACHADO, 2002).

Quanto aos impactos relativos aos ruídos e vibrações, existem várias fontes produtoras, entre elas, os tratores, caminhões, máquinas de terraplanagem (BOLZAN, 2001; BRUM, 1999).

Com relação aos impactos no solo, a alteração no padrão topográfico conseqüente da deposição do material estéril e da abertura da cava pode causar mudanças de direção nos fluxos da água de escoamento superficial, e dessa forma, novas áreas de deposição de material estéril podem surgir (REGENSBURGER, 2004).

Toda atividade de mineração implica na supressão da cobertura vegetal, junto com a qual, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que se intensificam quando a água não é drenada e podem evoluir para o fenômeno da voçoroca (MECHI & SANCHEZ, 2010).

Em referência ao meio antrópico, a mineração traz benefícios do ponto de vista do desenvolvimento econômico da região, tais como, o crescimento da arrecadação de tributos e a geração de empregos (CAMPOS & FERNANDES, 2007).

Entretanto, a mineração pode trazer desconfortos ambientais, refletidos na saúde das pessoas que vivem em torno de empreendimentos minerários, causados pela poluição sonora, poluição do ar, poluição da água e do solo (MECHI & SANCHEZ, 2010).

Dias (1999) cita que a atividade minerária pode causar conflitos de uso e ocupação do solo e, em alguns casos, a indenização e o remanejamento da população para outros lugares.

Reis et al (2005) complementa que o transporte dos materiais extraídos das jazidas pode interferir no tráfego local causando acidentes devido a intensificação do trânsito, combinado com a eventual falta de sinalização viária.

Todos os impactos acima referidos podem ter efeitos danosos no equilíbrio dos ecossistemas, tais como a redução ou destruição de habitats, afugentamento da fauna, morte de espécimes da fauna e da flora terrestres e aquáticas, incluindo eventuais espécies em extinção, interrupção de corredores de fluxos gênicos e de movimentação da biota (CAMPOS & FERNANDES, 2007; MECI & SANCHEZ, 2010).

### **3.5. Medidas de Mitigação na Mineração de Argila**

Reis et al (2005) e Campos & Fernandes (2007) afirmam que as medidas de controle ambiental podem ser organizadas em quatro modalidades:

- Minimização: compreendem as ações que visam reduzir ou eliminar impactos;
- Reabilitação ou Recuperação: correspondem as ações que visam reintegrar o ambiente à condição original;
- Compensação: ações no sentido de compensar impactos que não podem ser minimizados;
- Monitoramento: com ações que visam verificar se as medidas de controle supracitadas estão sendo eficazes durante o processo de extração mineral.

Em relação à transformação da paisagem, Reis et al (2005) e Campos & Fernandes (2007) sugerem promover a recomposição vegetal por meio de barreiras arbóreas típicas da região, de modo a servir como anteparo visual. Este projeto paisagístico não somente mitiga o efeito agressivo da mudança paisagística, como também protege o meio ambiente dos ruídos e das substâncias particuladas suspensas no ar.

Para os impactos relacionados à poluição do ar, para além do referido acima, Campos & Fernandes (2007) sugerem que se efetue aspersão de água sobre as vias não-pavimentadas situadas no principal acesso a obra e no interior do empreendimento. Os autores ainda complementam e Reis et al (2005) frisam que se efetue periodicamente a manutenção das máquinas e equipamentos existentes no empreendimento a fim de que se previna a contaminação atmosférica que poderia ser causada pela má queima dos combustíveis e possíveis derramamentos de graxas e óleos lubrificantes. A instrução normativa n. 07 da FATMA propõe que se evite a dispersão dos resíduos carregados por caminhões ao longo das vias públicas, cobrindo as cargas que saem do empreendimento.

O controle da poluição nos cursos d'água pode ser realizado por meio de sistemas de drenagem que evitem o adentramento das águas na área de extração mineral e de deposição de produtos e solo estéril, a fim de conduzi-las a tanques de decantação, recobertos com vegetação, para conter os sólidos suspensos, evitando o assoreamento dos cursos d'água (CAMPOS & FERNANDES, 2007).

A instrução normativa da FATMA estabelece, como norma específica para a extração de argila, a instalação de caixas de coleta de sedimentos espaçadas ao longo das canaletas de águas pluviais, as quais deverão ser limpas periodicamente. Estabelece, ainda, que a bacia de decantação de finos deverá ser dimensionada de acordo com a granulometria e volume do material gerado. Ainda, sugere que se execute o monitoramento quantitativo e qualitativo das águas superficiais de forma a se obter dados sobre o comportamento das águas com relação à contaminação.

Com relação aos impactos relacionados ao solo, a instrução supracitada estabelece que a extração de argila deverá ser executada de forma que se proceda o decapeamento progressivo com separação e armazenamento de solo fértil e recuperação simultânea, em operações conjuntas e solidárias, com a área do pátio central aplainado e levemente inclinado para as bacias de decantação.

A camada de solo orgânico retirado deverá ser estocada no pátio de manobras, em leiras de 1,5m a 2,0 m de altura, que poderá ser utilizado nos trabalhos de reabilitação ambiental (CAMPOS & FERNANDES, 2007).

A instrução normativa da FATMA orienta que a mineração em cavas de argila com mais de 2,0 m de profundidade, deverá ser efetuada em módulos de até 4,0 hectares, e destaca que a profundidade das cavas deverá estar prevista e justificada tecnicamente em função do uso futuro

da área. Alerta, ainda, que a cava deverá apresentar uma gradual diminuição da profundidade em direção às margens, para que garanta a estabilidade geotécnica dos taludes.

Para os impactos relativos à poluição sonora, Campos & Fernandes (2007) sugerem, como medida de controle, a instalação de barreira acústica por meio de cinturão vegetal, caso o empreendimento se encontre localizado perto de edificações. Para a poluição sonora resultante do transporte do material retirado através dos caminhões, sugerem a adoção de acessórios que reduzam o ruído no escapamento dos veículos.

No que tange aos impactos na fauna e flora, Campos & Fernandes (2007) recomendam algumas medidas de controle:

- Não remover a vegetação em períodos de procriação de animais silvestres, particularmente, nos casos de aves, quando os ninhos estiverem com ovos de filhotes;
- Remover a vegetação apenas no local do decapeamento e nas áreas de instalação de equipamentos e edificações;
- No decapeamento, remover a vegetação de acordo com o avanço das escavações.

Os autores lembram que a supressão vegetal requer, por lei, uma medida compensatória, no sentido de recompor, com vegetação nativa, as áreas desprovidas de cobertura vegetal situadas no interior ou no exterior do empreendimento.

Para os impactos no âmbito socioeconômico, os autores recomendam a orientação dos motoristas no tráfego de caminhões em baixa velocidade, assim como, efetuar reparo no pavimento da estrada de acesso ao empreendimento e proceder a sinalização viária quando couber.

A Tabela 4 sintetiza os impactos ambientais levantados na literatura e as respectivas medidas de mitigação que devem ser efetuadas durante o processo de extração do material.

MEIO		IMPACTOS APURADOS	MEDIDAS DE MITIGAÇÃO
MEIO FÍSICO	IMPACTOS NO AR	Transformação da Paisagem	Recomposição vegetal por meio de barreiras arbóreas
		Substâncias Particuladas suspensas	Aspersão de água em vias não pavimentadas
			Cobrir as cargas dos caminhões
		Emissão de Gases	Manutenção das máquinas e equipamentos

	<b>IMPACTOS NA ÁGUA</b>	Turbidez (sedimentos finos suspensos)	Sistema de Drenagem (canaletas e caixas de coleta)
		Substâncias lixiviadas (óleos, graxas e metais pesados)	Bacia de decantação
			Monitoramento qualitativo e quantitativo
	<b>IMPACTOS NO SOLO</b>	Alteração no padrão topográfico	Mineração em cava efetuada em módulos de até 4 hectares, quando a profundidade da cava for maior que 2,0 m
		Processos erosivos e assoreamento de corpos d'água	Área do pátio aplainado e levemente inclinado para as bacias de decantação
		Supressão da cobertura vegetal	Decapeamento progressivo com separação e armazenamento do solo fértil e recuperação simultânea
			Reabilitação ambiental com solo fértil
	<b>POLUIÇÃO SONORA</b>	Ruídos e vibrações (caminhões, tratores, máquinas de terraplanagem)	Barreira acústica com cinturões verdes
			Acessórios que reduzem o ruído no escapamento dos veículos
<b>MEIO BIÓTICO</b>	<b>IMPACTOS NA FAUNA E FLORA</b>	Redução ou destruição de habitats	Remover a vegetação apenas no local do decapeamento
		Afugentamento da Fauna	Não remover a vegetação em períodos de procriação de animais silvestres
		Mortes de espécimes	
		Interrupção de corredores de fluxos gênicos	Medida compensatória: recompor a vegetação com espécies nativas
<b>MEIO SÓCIO-ECONÔMICO</b>	<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>	Arrecadação de tributos	
		Geração de empregos	
	<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	Indenização e remanejamento da população	
		Intensificação do trânsito	Reparos nos pavimentos
			Tráfego em baixa velocidade
		Falta de Sinalização viária	Sinalização Viária

Tabela 4 – Impactos e medidas de mitigação na mineração de argila

## **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **4.1. Diagnóstico Ambiental da área de estudo**

Para efeito deste estudo, considerou-se o município de Santa Rosa de Lima como área de influência direta (AID) e o local da jazida, denominado Jazida Santa Bárbara, como área diretamente afetada (ADA).

Com o objetivo de se conhecê-la sob os pontos de vista físicos, bióticos e socioeconômicos, foram elaborados mapas temáticos da geologia local, da geomorfologia, da pedologia, da hidrografia e da vegetação, com o auxílio do software *ArcGis* e com base em documentos cartográficos.

A descrição dos aspectos físicos e socioeconômicos foi baseada em pesquisas bibliográficas, na maioria delas de publicações do IBGE e visitas de campo. Para os aspectos bióticos, foram consideradas as informações contidas no EAS realizado pela empresa Magma – Mineração, Geologia e Meio Ambiente Ltda, no ano de 2009 e apresentado pelo empreendimento para a obtenção das licenças ambientais.

A visita em campo foi realizada no dia 23 de outubro de 2010 e, por meio dela, procurou-se compreender a relação do empreendimento com a comunidade local e com o ambiente onde se encontra instalado.

Foram registradas, através de fotografias, as condições ambientais da operação da lavra na área diretamente afetada, bem como o trajeto do transporte das cargas até o município de Santa Rosa de Lima.

Durante a visita observaram-se os tipos de solo presentes na ADA, os tipos de vegetação, os atributos paisagísticos, as formas de relevo, os tipos de uso de solo na área de entorno, amostras do material minerável e possíveis locais de solo fértil para recomposição ambiental.

Na ADA verificaram-se os equipamentos utilizados para a lavra e a intensidade de fluxo de carga e veículos.

E, ainda, foram realizadas conversas informais com moradores da comunidade por meio de visitas as pousadas ecológicas existentes na área de influência direta.

### **4.2. Caracterização da atividade de mineração**

A fim de se conhecer as características técnicas do empreendimento e as etapas que envolvem a extração do material na jazida, utilizaram-se as informações constantes no EAS, buscando caracterizar o atual processo de extração de argila, observando os seguintes critérios:

- Área de extração;
- Volume mensal de extração;
- Área de deposição de material fértil;
- Vias de acesso;
- Método de lavra;
- Máquinas e equipamentos;
- Rotina de operação;
- Transporte do material retirado;

Na visita em campo foram observadas amostras do mineral, a operação no local da jazida, alguns elementos de controle ambiental, bem como os equipamentos utilizados para a extração.

### **4.3. Análise do Processo de Licenciamento**

Com a finalidade de obter fundamentação a respeito das leis que norteiam o licenciamento de atividades de mineração, realizou-se, primeiramente, uma pesquisa na legislação ambiental brasileira quanto ao assunto, a qual está contemplada na revisão bibliográfica desta pesquisa.

Com o objetivo de compreender a situação local do empreendimento, com base nas leis estudadas, foi realizada uma visita a Coordenadoria Regional da FATMA de Tubarão no dia 16 de agosto onde o fiscal Geólogo Fernando Guedes forneceu os seguintes documentos:

- Formulário de Caracterização do Empreendimento-Integrado (FCEI) IN 654141/2009;
- Estudo Ambiental Simplificado;
- Planta de Situação;
- Planta de Lavra;
- Cronograma Físico-Financeiro operacional detalhado;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- Comprovante de pagamento da ART;
- Declaração de viabilidade ambiental emitida pela prefeitura municipal de Santa Rosa de Lima;
- Ficha de Caixa de pagamento de LAP e LAI;
- Formulário de informações para licença ambiental prévia com dispensa da licença ambiental de instalação;



- Formulário de informações para licença ambiental de operação;
- Requerimento de autorização de pesquisa do DNPM;
- Recibo de entrega de documentos FATMA n. 742632/2009;
- Carta referente ao diagnóstico arqueológico/Protocolo IPHAN
- Ficha de Caixa de pagamento de LAO;
- Ofício DNPM n. 2359/2009;
- Publicação oficial no jornal Panorama SC;
- Recibo de entrega de documentos FATMA n. 815791/2009;
- Ofício FATMA n. 949/2009 CODAM-CRI;
- Licença Ambiental Prévia n. 049/2009;
- Ofício FATMA n. 971/2009 CODAM-CRI;
- Licença Ambiental de Operação 314/2009;
- Ofício PRMT n. 6/2010 UTC Ministério Público;
- Carta referente ao auto de infração n. 04893/2010 Cerâmica Elizabeth;
- Ofício PRMT n. 46/2010 UTC Ministério Público;
- Ofício n. 1377/2010 CODAM CTB;
- Auto de Infração Ambiental n. 04893;

#### **4.4. Avaliação dos Impactos Ambientais e Proposição de Medidas de Mitigação**

Para a identificação dos impactos ambientais, primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os possíveis impactos ambientais que ocorrem na mineração de argila, correlacionando com possíveis controles ambientais na atividade.

Em seguida, a matriz de impacto foi confeccionada listando as ações do empreendimento segundo as fases de planejamento, implantação, operação e desativação, sendo alocadas no eixo horizontal da matriz e as condições ambientais de cada meio, alocadas no eixo vertical.

Com a matriz confeccionada, visitou-se a área de estudo no dia 23 de outubro de 2010 e procedeu-se o seu preenchimento com base nas observações de campo, procurando relacionar as ações de cada fase e os elementos ambientais afetados.

Com base na avaliação dos impactos, no estudo do processo de licenciamento e na legislação ambiental que regulamenta atividades de

mineração, foram sugeridas medidas de mitigação para a operação do empreendimento.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Diagnóstico Ambiental da área de estudo**

Para efeito deste estudo considerou-se o município de Santa Rosa de Lima como área de influência direta (AID), o local da jazida, denominado Jazida Santa Bárbara, como área diretamente afetada (ADA). A Bacia Hidrográfica do Rio Braço do Norte foi considerada como área de influência indireta (AII), porém a avaliação dos impactos ambientais se restringiu a ADA e AID.

A área de lavra do empreendimento abrange uma extensão de 9,08 hectares, delimitada por uma poligonal definida pelas coordenadas UTM 668.960 e 669.460 leste, 6.903.550 e 6.904.210 norte.

O material retirado da jazida será utilizado na fabricação do grés porcelanato esmaltado pela empresa Cerâmica Elizabeth Sul Ltda.

A Figura 3 apresenta o mapa de localização da ADA e AID bem como demais municípios que fazem divisa territorial.

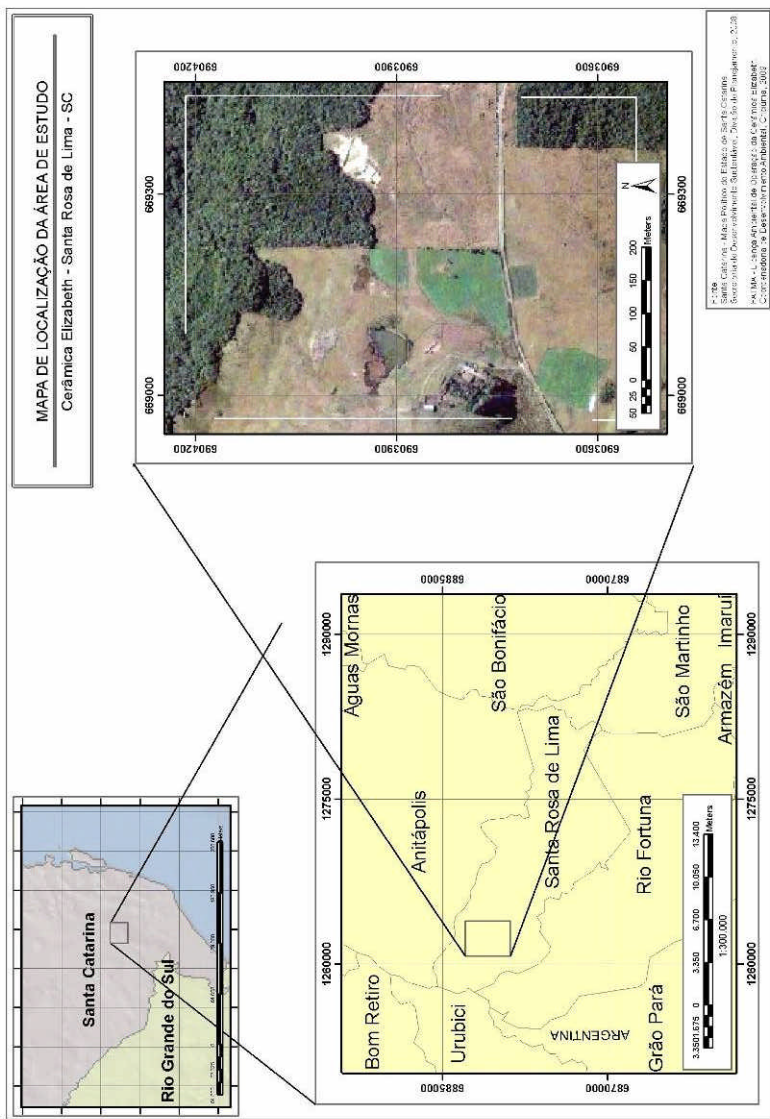


Figura 3 - Área diretamente afetada e de Influência direta da mineração de argila

### **5.1.1. Geologia**

A área de estudo é classificada, segundo o Mapa Geológico de Santa Catarina (1986), pelas seguintes formações geológicas:

- Formação Serra Alta;
- Formação Irati;
- Formação Palermo;
- Formação Rio Bonito;
- Formação Rio do Sul;
- Faixa Granito-Gnaissica Santa Rosa de Lima/Tijucas;

Nas proximidades de Braço do Norte até os limites dos municípios de Santa Rosa de Lima e Anitápolis, foram caracterizadas duas gerações de granitóides foliados, milimetricamente espaçados e fortemente deformados. O granitóide mais antigo apresenta coloração cinza-escuro, textura equigranular fina a média, ao passo que o granitóide mais jovem apresenta coloração cinza esbranquiçada e textura granular fina a média (SILVA, 1987).

Acima da Faixa Granito-Gnaissica de Santa Rosa de Lima encontra-se a Formação Rio do Sul, a qual constitui a última camada deposicional do grupo Itararé, logo abaixo da Formação Rio Bonito. Scheibe (1986) descreve a Formação Rio do Sul como sendo constituída de folhelhos argilitos cinza escuros de aspecto várvido (sucessão de camadas argilosas e siltosas), sendo contituida ainda na porção superior por ritmitos, arenitos finos e diamictitos. Sua ocorrência aflora no centro leste de Santa Catarina apresentando em média uma espessura de 80 a 90 metros.

Na base do grupo Guatá encontra-se a formação Rio Bonito, a qual é descrita por Medeiros & Thomas e Filho (1973) citados por IBGE (1986) como sendo formado, na base, por arenitos finos a médios, com abundância de estratificação cruzada de pequeno a médio porte. Na parte superior é descrita pelos autores como sendo constituída por arenitos finos a muito finos com laminação paralela e cruzada, associada a marcas ondulares. A espessura máxima observada em sub-superfície foi de 269 m (SCHEIBE, 1986).

A Formação Palermo constitui a última camada deposicional do grupo Guatá e está logo abaixo da formação Irati, acima da Formação Rio Bonito.

Muhlmann (1974) citado por IBGE (1986) descreve a formação Palermo como sendo constituída de siltitos e siltitos arenosos que na

sub-superfície apresentam coloração cinza e na superfície coloração amarelo-esverdeado. Os sedimentos originais encontram-se perturbados por atividade biológica, resultando na quase destruição da estrutura original.

Com relação ao ambiente de deposição, Medeiros & Thomas e Filho (1973) citados por IBGE (1986) registraram que após a deposição da Formação Rio Bonito, toda a área da bacia do Paraná foi coberta por uma transgressão marinha, causando o recobrimento de extensas áreas costeiras antes cobertas por vegetação. Esta formação aflora ao longo de todo estado de Santa Catarina numa espessura da ordem de 90 metros (SCHEIBE, 1986).

A Formação Irati, constitui a base do grupo Passa Dois, sobreposta a Formação Palermo, e é descrita como sendo formada, na parte inferior, por siltitos e folhelhos de coloração cinza-escuro a cinza-claro, e, na parte superior, por folhelhos pretos, pirobetuminosos, ocorrendo a presença de argilitos de coloração cinza escuro e calcários, cuja coloração varia de creme a cinza-escuro (SCHEIBE, 1986).

Em Santa Catarina, Willing et al (1974) citado por IBGE (1986) relata que a Formação Irati apresentaria espessura muito constante, da ordem de 30 metros, constatada por sondagens realizadas pela CPRM para o DNPM.

Sobreposta a Formação Irati, a Formação Serra Alta é descrita por Scheibe (1986) e Castro et al (1994) como uma deposição marinha compreendendo uma sequência de folhelhos, argilitos e siltitos de coloração variando de cinza-escuro a preto.

Sua ocorrência aflora ao longo de todo o Estado de Santa Catarina apresentando em média uma espessura de 80 a 90 metros (SCHEIBE, 1986).

Essas unidades litoestratigráficas resultaram da deposição, na Bacia do Paraná, de extensas e espessas sequências de sedimentos finos, desde os tempos do Carbonífero até o início do Mesozóico, formando camadas de siltitos, folhelhos, argilitos, arenitos, arcóseos e conglomerados, com intercalações de lentes e camadas de calcário e carvão. No seu conjunto, as rochas sedimentares mostram que a deposição na bacia ocorreu em condições tectônicas de lenta subsidência da crosta e em ambiente marinho de águas rasas. No decorrer do Mesozóico, houve uma quebra do regime deposicional e climático da Bacia do Paraná, começando a deposição eólica da Formação Botucatu (SANTA CATARINA, 1986).

A Figura 4 ilustra as formações geológicas presentes no município de Santa Rosa de Lima e na área diretamente afetada.

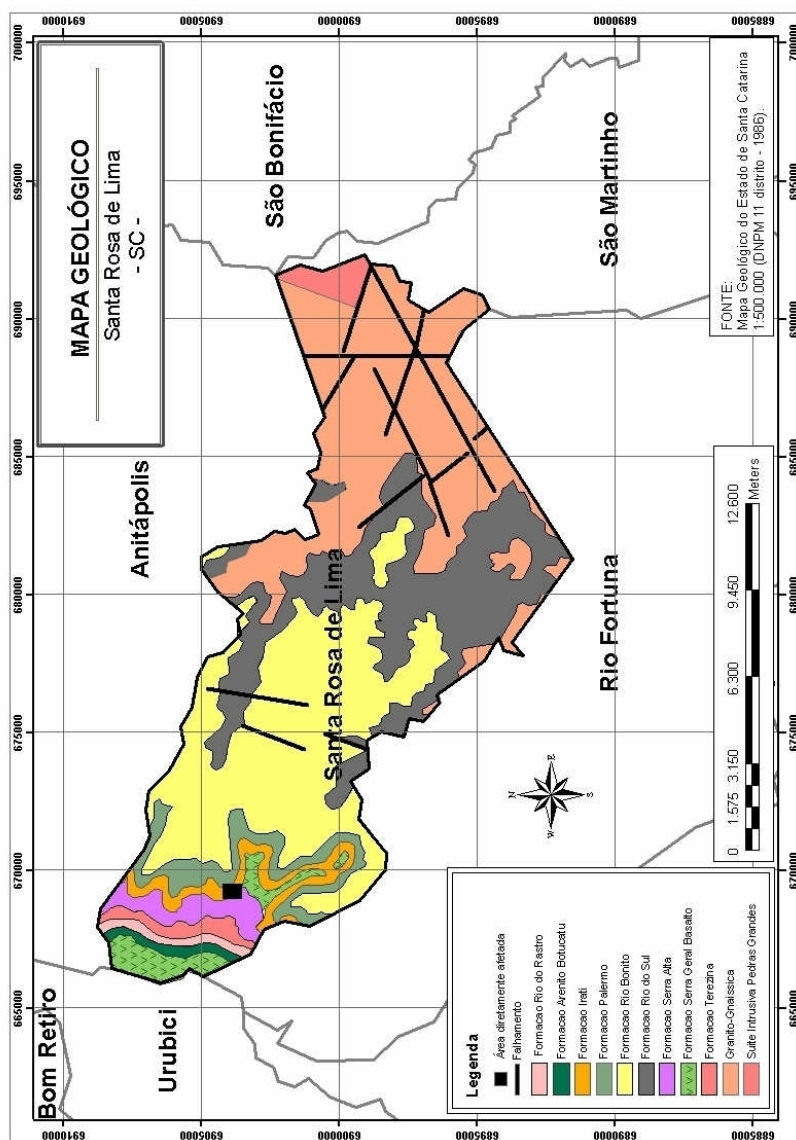


Figura 4 - Mapa Geológico de Santa Rosa de Lima

### 5.1.2. Geomorfologia

Conforme o Atlas de Santa Catarina (1986), o relevo de Santa Rosa de Lima apresenta características de três Unidades Geomorfológicas, Serras do Leste Catarinense (Serra do Tabuleiro/Itajaí), Patamares da Serra Geral e Depressão da Zona Carbonífera, sendo esta última a formação predominante na área diretamente afetada.

A Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral é representada por grandes espigões adjacentes as escarpas da Serra Geral, os quais avançam em direção a planície litorânea, resultantes do recuo da linha de escarpa conhecida como Serra Geral em direção oeste (IBGE, 1986).

Nesta unidade geomorfológica as formas de relevo são alongadas e irregulares, formando esporões interfluviais, com freqüentes ocorrências de morros testemunhos, em forma de superfícies erodidas, resultantes do recuo da linha da escarpa (SANTA CATARINA, 1986).

Apresentam expressivos desnivelamentos topográficos, via de regra superiores a 300 metros e declividades muito fortes, em geral, superiores a 45° com freqüentes paredões verticais (DANTAS ET AL, 2005).

A Unidade Geomorfológica Depressão da Zona Carbonífera Catarinense apresenta relevo em formas de colina amplas do tipo convexas, suaves, com vales encaixados. As vertentes são íngremes com espesso manto de intemperismo que favorece a ocorrência de movimentos de massa (SANTA CATARINA, 1986). Os desnivelamentos são inferiores a 60 metros e as vertentes de gradientes suaves a moderados (DANTAS ET AL, 2005).

Este conjunto diversificado de rochas sedimentares, esculpido em um terreno movimentado de colinas e morros baixos de baixa amplitude de relevo desenvolve, predominantemente, solos profundos, de baixa fertilidade natural e horizonte B textural, onde se destacam os Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos (Ker et al., 1986 apud IBGE 1986).

A Figura 5 ilustra as unidades geomorfológicas presentes no município de Santa Rosa de Lima e na área diretamente afetada.



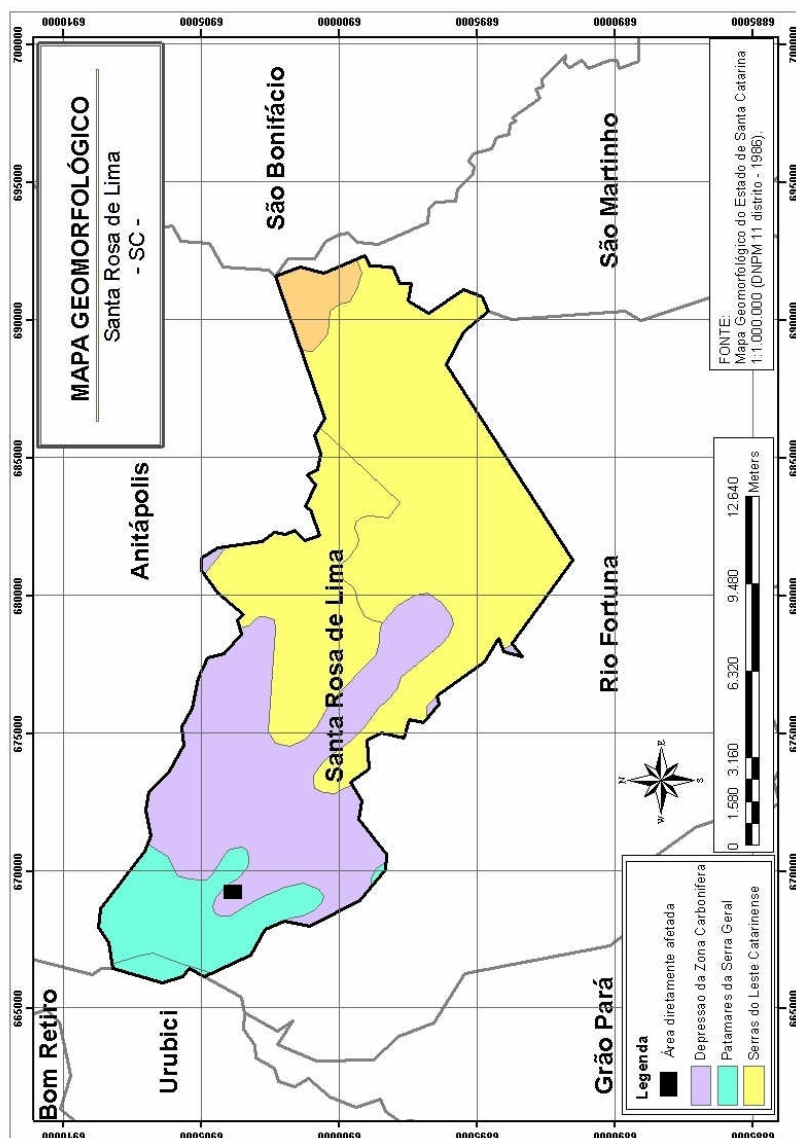


Figura 5 - Mapa Geomorfológico de Santa Rosa de Lima

### **5.1.3. Pedologia**

Conforme o Atlas de Santa Catarina (1986), o município de Santa Rosa de Lima apresenta características de três classes de solos, quais sejam, Cambissolo Húmico Álico, Podzólico Vermelho-Amarelo Álico e Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico Álico, sendo este último o litótipo predominante na área diretamente afetada.

Os Podzólicos, ou argisolos, são solos minerais, não hidromórficos, usualmente profundos, moderadamente ou bem intemperizados, típicos de regiões de clima úmido. Apresentam como características um horizonte “A” do tipo proeminente de textura argilosa e um horizonte “B” vermelho-amarelado, que mostra claramente a acumulação de argila. Apresentam ainda um horizonte “C” muito jovem, onde os solos podem ser confundidos com a rocha de origem (SANTA CATARINA, 1986).

“São solos de baixa fertilidade natural, com teores de alumínio em níveis prejudiciais as plantas” (SANTA CATARINA, 1986).

Os solos desta classe formam-se em áreas de relevo suave ondulado até forte ondulado, sob condições climáticas variáveis de tropical a subtropical, dominadas por vegetação do tipo floresta tropical, subtropical, de caráter intermediário tropical/subtropical e campestre (EMBRAPA, 1998).

Quanto ao potencial erosivo, os Podzólicos Vermelho-Amarelo Latossólicos apresentam uma melhor estruturação devido ao reduzido gradiente textural A/B e a baixa capacidade de infiltração, em teoria associada a textura argilosa (SANTA CATARINA, 2002).

A Figura 6 ilustra os litótipos presentes no município de Santa Rosa de Lima e na área diretamente afetada.

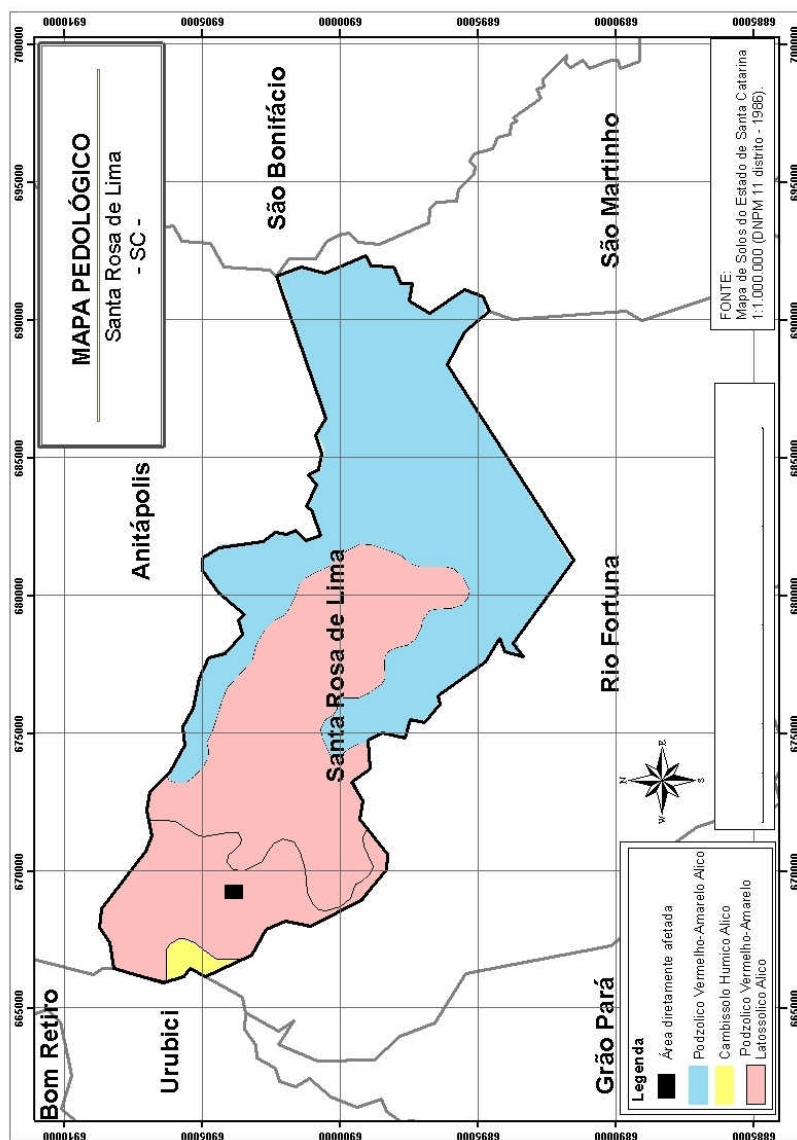


Figura 6 - Mapa Pedológico de Santa Rosa de Lima

#### **5.1.4. Hidrografia**

O município de Santa Rosa de Lima insere-se na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão, mais precisamente na sub-bacia do Rio Braço do Norte, como mostra a Figura 7. O principal curso d'água que drena a região de Santa Rosa de Lima é o Rio Braço do Norte, com uma extensão total de 124 km e uma área de drenagem de 1.423 km<sup>2</sup> (SANTA CATARINA, 1997).

São destaques ainda no município os afluentes Rio do Índio, Rio do Meio e Rio dos Bruges, localizados na margem esquerda e o Rio Bravo Alto, localizado na margem direita. Todos deságuam no Rio Braço do Norte, que por sua vez despeja suas águas no Rio Tubarão.

Figura 8 mostra o Rio Braço do Norte e demais cursos d'água que drenam o município.



Figura 7 - Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do rio Tubarão e Complexo Lagunar. Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Escala: 1: 750.000

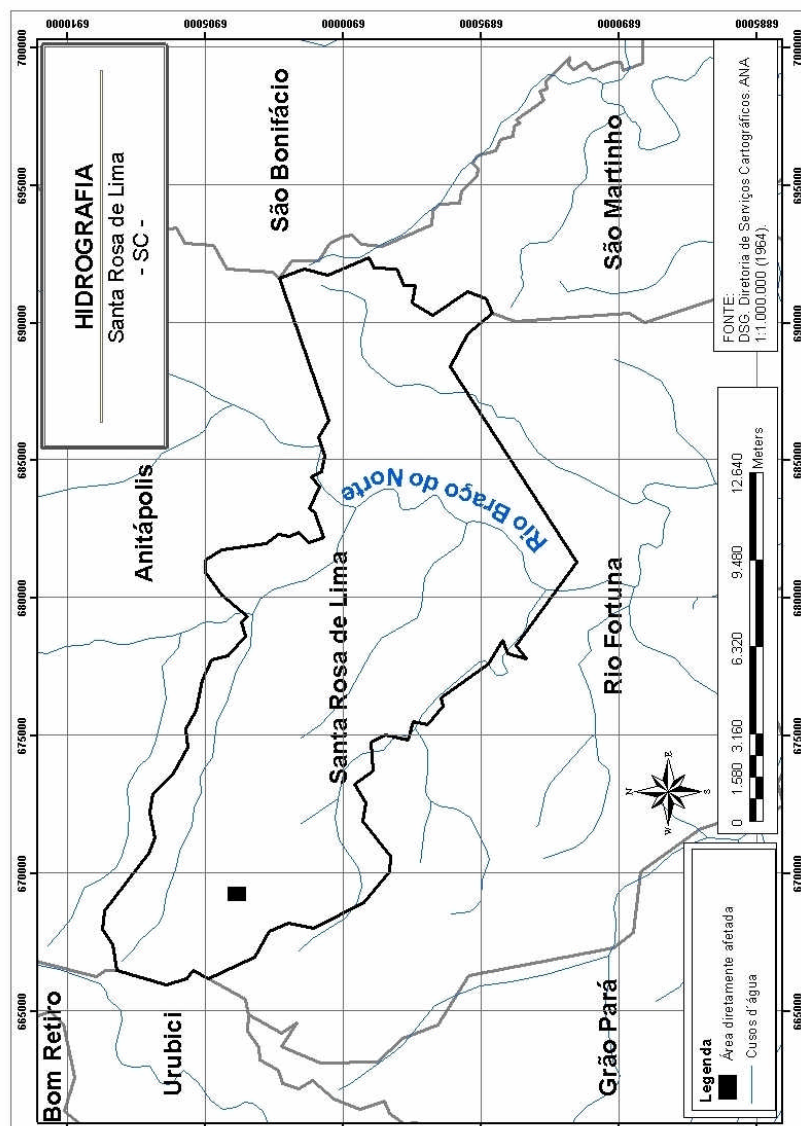


Figura 8 - Hidrografia de Santa Rosa de Lima

### **5.1.5. *Clima***

Segundo a classificação proposta por Koeppen, o município de Santa Rosa de Lima apresenta um clima Cfa subtropical úmido, subtropical pela localização abaixo do Trópico de Capricórnio e úmido pela influência das frentes frias (SANTA CATARINA, 2002).

As informações apresentadas relativas à temperatura, umidade, direção dos ventos e precipitação foram obtidas segundo o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar desenvolvido pela Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDM).

#### **5.1.5.1. *Temperatura***

Junto ao pé da Serra Geral, para o mês de janeiro, as temperaturas médias apresentam-se na faixa de 20° a 22°C e para o mês de julho, ficam na faixa de 12° a 14°C.

A Figura 9 e Figura 10 ilustram a variação da temperatura para esses dois meses.







Figura 10 – Temperatura Média para o mês de julho para a Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Escala: 1: 750.000

#### 5.1.5.2. Precipitação

A Figura 11 apresenta a precipitação média mensal entre os anos de 1986 a 2006 para a estação meteorológica do município de Orleans.

A Figura 11 mostra um padrão de precipitação moderada, com uma média de precipitação total anual de 1526 mm. Os valores máximos de precipitação média mensal ocorrem nos meses de janeiro e fevereiro

com 218 e 213 mm respectivamente. O valor mínimo ocorre no mês de junho, chegando a 67,79 mm.

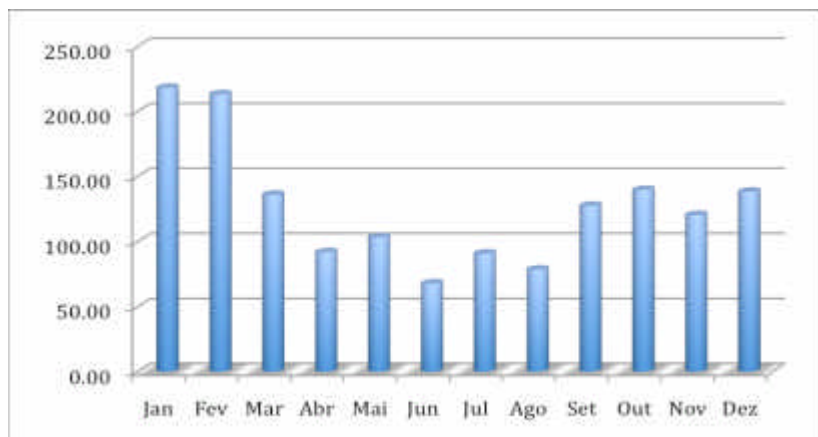


Figura 11 – Precipitação Total Média Mensal no Período de 1986 a 2006 – Estação de Orleans. Fonte: Agência Nacional de Águas.

#### **5.1.5.3. Ventos**

Segundo Santa Catarina (2002), a direção dos ventos na Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar é variável, sendo que na região do município de Santa Rosa de Lima os ventos são predominantemente de direção sudeste. A velocidade média dos ventos situa-se em torno de 8 km/h na porção oeste da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar.



A área de estudo, segundo o Atlas de Santa Catarina (1986), apresenta vegetação secundária da Floresta Ombrófila Mista Montana.

Esta vegetação secundária surge com o desflorestamento da vegetação original para o cultivo agrícola e posterior abandono dessas terras. A partir daí, começam a surgir as primeiras formações vegetacionais, representada por ervas, capoeirinhas e capoeiras, dentre as quais se pode citar as *Pteridium aquilinum* (popular samambaias-das-taperas), as *Andropogon bicornis* (popular capim-rabo-de-burro) e as *Baccharis dracunculifolia* (popular vassouras).

A partir do ambiente reconstituído começam a surgir novamente fanerófitas e leguminosas como as *Ocotea puberula* (popular canelaguaica) e a *Mimosa scabrella* (popular bracatinga).

Grande parte dessas áreas devastadas está ocupada pelas culturas agrícolas cíclicas como o milho, o feijão, a batatinha e recentemente a soja e o trigo.

A Figura 13 ilustra as formações vegetacionais presentes no município de Santa Rosa de Lima e na área diretamente afetada.

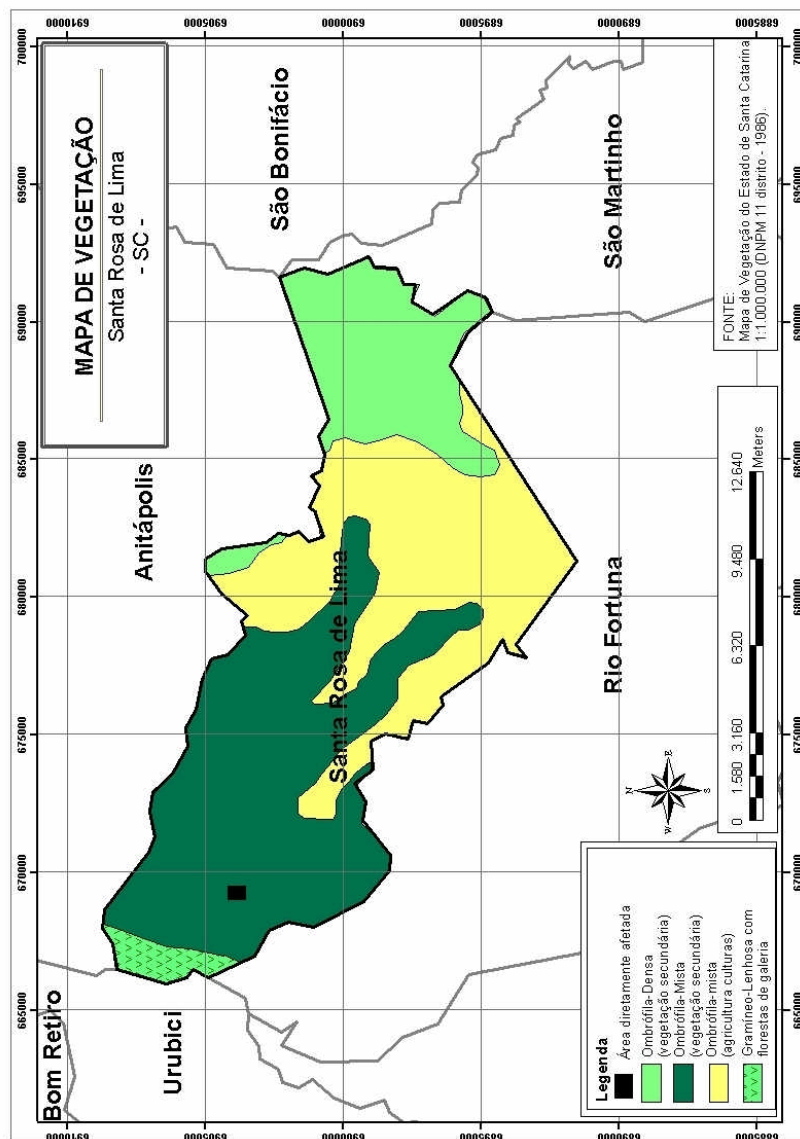


Figura 13 - Mapa da Vegetação de Santa Rosa de Lima

### 5.1.7. Aspectos Sócio-Econômicos

Segundo IBGE (2010), o município de Santa Rosa de Lima possui uma extensão territorial de 184,6 km<sup>2</sup>.

Dados do censo demográfico do ano de 2000 indicam que Santa Rosa de Lima apresentava uma população total de 2007 habitantes, dos quais 423 habitantes se concentravam na zona urbana e 1584 habitantes na zona rural, resultando numa densidade demográfica de 10,9 hab/km<sup>2</sup> e uma taxa de urbanização de 21,08%.

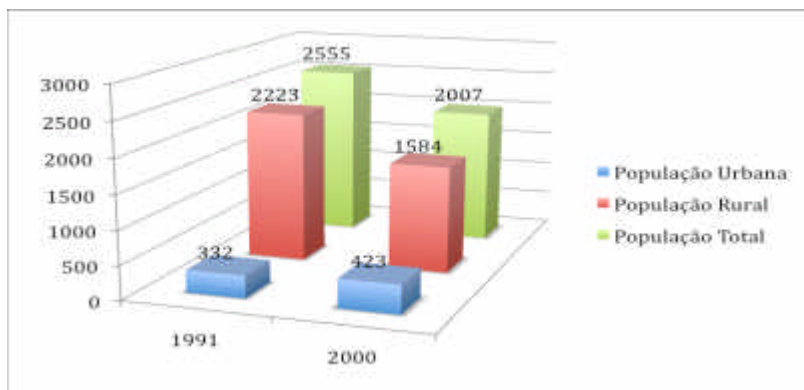


Figura 14 – População Total, Urbana e Rural de Santa Rosa de Lima / SC.

Fonte: IBGE, 2010

A Figura 14 mostra que a população de Santa Rosa de Lima é essencialmente rural, num índice em torno de 80% sobre a população total, fato que se reflete na economia do município, baseada na agricultura familiar.

O fumo é o produto mais cultivado e a produção hortigranjeira vem sendo desenvolvida com projetos de sustentabilidade, onde os produtos recebem adubos orgânicos e se desenvolvem em ambientes climatologicamente controlados.

O município ainda possui indústrias de esquadrias, alambiques, madeireiras e indústrias de laticínios, além de pousada, hotéis de águas termais, condomínios ecológicos que são impulsionados por atrativos ambientais da região.

A comunidade local participa do projeto “Acolhida na Colônia”, criado em 1998, integrado a Rede Accueil Paysan na França. Este projeto tem como proposta a valorização do modo de vida no campo através do agro-turismo ecológico, e conta com o apoio da EPAGRI e da

AGRECO – Associação dos Agricultores Ecológicos das encostas da Serra Geral.

A grande maioria das propriedades agrícolas familiares da área de influencia direta faz parte da AGRECO, e busca a sustentabilidade por meio do turismo ecológico, fruto dos atrativos paisagísticos do município.

Arelado ao turismo ecológico, está à comercialização dos produtos orgânicos, produzidos sem o uso de agrotóxicos. Nisto incluem a produção de mel, melado, doces, bebidas destiladas, produtos artesanais, frutas e demais culturas temporárias.

## **5.2. Caracterização do Empreendimento**

Segundo informações contidas na Licença Ambiental de Operação, a área útil de lavra abrange uma extensão de 9,08 hectares, delimitada por uma poligonal definida pelas coordenadas UTM 668.960 e 669.460 leste, 6.903.550 e 6.904.210 norte, e tem uma produção de 1000 m<sup>3</sup> de argila por mês.

As informações a respeito das características técnicas da atividade de mineração de argila, bem como a descrição das operações que envolvem a lavra foram obtidas por meio do Estudo Ambiental Simplificado (EAS) que foi realizado pela empresa Magma – Mineração, Geologia e Meio Ambiente Ltda, para a obtenção das licenças ambientais.

Segundo este estudo, o conjunto de operações previsto para esta jazida contemplará: decapeamento, exploração (desmonte), blendagem, homogeneização, carregamento e transporte.

Magma (2009) diz que o capeamento da formação Rio do Sul, presente neste tipo de jazimento, é composto basicamente por uma camada de solo fértil de baixa espessura. Dessa forma, para o decapeamento o equipamento utilizado é um trator de esteiras capaz de atender as necessidades do porte do empreendimento.

A exploração do material é feita pelo método a “céu aberto” com “lavra em tiras” com decapeamento progressivo a extração do minério. A extração é feita de forma seletiva, visto que existem, na jazida, argilas com características tecnológicas diferentes. O desmonte é realizado por meio de uma escavadeira hidráulica (MAGMA, 2009).

O material explotado é transportado até o pátio de estocagem com auxílio de caminhões com capacidade de 15 m<sup>3</sup>.

A etapa seguinte é promover a mistura das diferentes argilas no ponto ótimo para a aplicação na indústria, denominada blendagem, com posterior homogeneização da mistura, com o objetivo de se obter um

produto uniforme e constante. O material blendado e homogeneizado é armazenado no pátio de estocagem e coberto por lonas. Para estas operações utiliza-se como equipamento uma pá carregadeira (MAGMA, 2009).

Por fim, o material é transportado por meio dos caminhões que foram utilizados também na etapa de desmonte do material, com destino a um entreposto localizado no município de Santa Rosa de Lima. A partir daí, o material é transportado por meio de carretas com capacidade de 27 toneladas, com destino ao município de Criciúma.

O escoamento do material, desde o local da jazida até o local de beneficiamento é descrito abaixo:

- Do local da jazida até o entreposto: estrada municipal não pavimentada com aproximadamente 20 km a oeste da sede do município;
- Do entreposto até o município de Criciúma: rodovia SC 482, que liga Santa Rosa de Lima a Braço do Norte; SC 438, que liga Braço do Norte a Orleans; SC 446, que liga Orleans a Criciúma.

### **5.3. Análise do processo de licenciamento**

O empreendimento Jazida Santa Bárbara está registrado na Coordenadoria Regional da FATMA de Tubarão/SC, sob os números MIN/26958/CTB e MIN/27230/CTB, referente à emissão de licença ambiental prévia/instalação e licença de operação respectivamente.

A Resolução do CONAMA n. 237/97 prevê certa autonomia aos órgãos ambientais quanto ao assunto licenciamento no art. 12:

Art 12. O órgão ambiental competente definirá, se necessário, procedimentos específicos para as licenças ambientais, observadas a natureza, características e peculiaridades da atividade ou empreendimento e, ainda, a compatibilização do processo de licenciamento com as etapas de planejamento, implantação e operação.

No parágrafo 2º está disposto que “poderá ser admitido um único processo de licenciamento ambiental (...), desde que definida a responsabilidade legal pelo conjunto de empreendimentos ou atividades”.



Dessa forma, devido ao pequeno porte do empreendimento e face ao volume de produção mensal, o licenciamento da atividade se deu de forma simplificada, no qual foi apresentado um Estudo Ambiental Simplificado para a obtenção da licença ambiental prévia com dispensa da licença ambiental de instalação e emissão da licença ambiental de operação.

Os documentos anexados ao Estudo Ambiental Simplificado, conforme prevê a Instrução Normativa n. 07 da FATMA, foram devidamente protocolados neste órgão e estão elencados a seguir:

- Cronograma detalhado para a implantação das medidas ambientais e do avanço da mineração, nas suas diversas etapas;
- Recolhimento dos valores da análise das licenças;
- Formulário de informações para LAI preenchido e assinado;
- Formulário de informações para LAP preenchido;
- Planta de situação/localização contendo cursos d'água, bosques, dunas, restingas, mangues, outras áreas protegidas por lei e também arruamentos no entorno da área, com pontos de referência;
- Plantas planialtimétricas (plantas georeferenciadas) caracterizando os aspectos constantes no diagnóstico da área; os impactos ambientais e delimitação da área de influência, o avanço das frentes de lavra nas diversas etapas, a configuração final da área após a lavra; o local de estocagem do minério, do solo orgânico, de estéril e vias de acesso; recuperação da área.
- Projeto executivo embasados nos impactos ambientais;
- Registro no Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras de recursos naturais, emitidos pelo IBAMA;
- Certidão da prefeitura municipal relativa ao uso do solo e a localização do empreendimento quanto ao ponto de captação de água para abastecimento público (montante e jusante);
- Anotação de responsabilidade técnica (ART) para elaboração do Estudo Ambiental Simplificado;

- Requerimento da licença ambiental pré-via/instalação;
- Licença de extração emitida pela Prefeitura;
- Cópia do protocolo junto ao DNPM;
- Requerimento da licença ambiental de operação;
- Cópia do documento de arrecadação de receitas estaduais (DARE) quitado;
- Anotação de Responsabilidade Técnica de acompanhamento e execução da atividade.

Embora o processo tenha sido simplificado, a Instrução Normativa n. 07 da FATMA prevê que para a emissão da licença ambiental de instalação e operação o empreendedor deverá apresentar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e o Estudo de Conformidade Ambiental (ECA) respectivamente. Esses estudos, entretanto, foram abordados no conteúdo do Estudo Ambiental Simplificado apresentado pelo empreendedor.

#### **5.4. Avaliação dos Impactos Ambientais**

Em relação à identificação de impactos, Sánchez (2008) apresenta a definição de identificação como sendo a “descrição das consequências esperadas de um determinado projeto e dos mecanismos pelos quais se dão as relações de causa e efeito, a partir das ações modificadoras do meio ambiente que compõem um empreendimento ou outra ação humana”.

Para efeito deste trabalho, adotou-se com metodologia de avaliação de impacto ambiental a matriz de interação, cuja disposição das linhas e das colunas mostra as etapas do empreendimento e os elementos ambientais afetados, respectivamente.

O corpo da tabela mostra a classificação dos impactos segundo os seguintes aspectos, conforme a legenda inclusa na matriz (Tabela 5): tipo de impacto, forma de incidência, abrangência, expectativa de ocorrência, duração, reversibilidade e magnitude.

LEGENDA		
TIPO	NEGATIVO	N
	POSITIVO	P
FORMA DE INCI- DÊNCIA	DIRETA	D
	INDIRETA	I
ABRANGÊNCIA	LOCAL	L
	ESTRATÉGICO	M
	REGIONAL	R
EXPECTATIVA DE OCORRÊNCIA	IMEDIATO	Im
	CURTO PRAZO	Cp
	LONGO PRAZO	Lp
DURAÇÃO / FRE- QUÊNCIA	TEMPORÁRIO	T
	PERMANENTE	Per
REVERSIBILIDADE	REVERSÍVEL	R
	IRREVERSÍVEL	Ir
MAGNITUDE	BAIXA	1
	MÉDIA	2
	ALTA	3

Tabela 5 – Legenda de classificação dos impactos

Tais aspectos são definidos por Sánchez (2008) como:

- Impacto Negativo: aqueles que devem sofrer medidas mitigadoras para reduzir seus efeitos no ambiente;
- Impacto Positivo: aqueles que favorecem o meio ambiente;
- Impacto Direto: aqueles que decorrem das atividades ou ações realizadas pelo empreendedor, por empresas por ele contratadas, ou que por eles possa ser controlados;
- Impacto Indireto: aqueles que decorrem de um impacto direto causado pelo projeto em análise, também denominados de impactos de segunda ou terceira ordem;
- Impacto Local: o qual ocorre apenas na região de ocorrência da ação;
- Impacto Regional: é todo e qualquer impacto ambiental que afete diretamente (área de influência direta do projeto), no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados;
- Impacto Imediato: aqueles que ocorrem simultaneamente à ação que os gera;
- Impactos de médio ou longo prazo: aqueles que ocorrem com uma certa defasagem em relação à ação que os gera;
- Impacto Temporário: aqueles que só se manifestam durante uma ou mais fases do projeto e que cessam quando de sua desativação. Impactos que cessam quando cessa a atividade que o causou (a alteração do ambiente sonoro cessa quando para a fonte de ruído);
- Impacto Permanente: alterações definitivas do meio ambiente ou alterações que tem duração indefinida (um impacto ambiental pode ser reversível ou irreversível);
- Impacto Reversível: alterações do meio ambiente que podem ser corrigidas por iniciativa humana (ações de recuperação ambiental);
- Impacto Irreversível: alterações para as quais há impossibilidade ou dificuldade extrema de retornar à condição precedente; alterações ambientais

que não podem ser corrigidas por iniciativa humana, por razões de ordem técnica, economia ou social.

Neste trabalho, procurou-se, também, atribuir um valor que representa a magnitude de cada impacto conforme mostra a legenda da matriz (Tabela 5).

Cabe aqui ressaltar que, durante a confecção da matriz, constatou-se que o caráter subjetivo do avaliador é inerente aos métodos de avaliação de impacto ambiental e, portanto, depende da sensibilidade de quem está avaliando a problemática. Por isso, ressalta-se a importância de ser realizada por diferentes pontos de vista através de uma equipe multidisciplinar.

Dessa forma, a Tabela 6 representa a Matriz de Interação dos Impactos Ambientais para o caso estudado Jazida Santa Bárbara.

LEGENDA			E L E M E N T O S  A M B I E N T A I S  A F E T A D O S	MEIO SÓCIO-ECONÔMICO						MEIO BIÓTICO		MEIO FÍSICO																								
TIPO	NEGATIVO	N		INFRA-ESTRUTURA		CONFORTO AMBIENTAL	ATIVIDADES ECONÔMICAS					AR	ÁGUA	SOLO																						
	POSITIVO	P																																		
FORMA DE INCIDÊNCIA	DIRETA	D		Meio Urbano e Sistema Viário	Paisagem (impacto visual)	Ruído e Vibrações	Trânsito (fluidez e segurança)	Demanda por bens e serviços	Geração de Renda	Finanças Municipais	Fauna Terrestre	Cobertura Vegetal	Dispersão de Gases da Combustão e Poeiras	Qualidade da água	Regime de escoamento das águas	Qualidade do solo	Topografia	Erosão	Assoreamento	Geração de Estéreis e Rejeitos																
	INDIRETA	I																																		
ABRANGÊNCIA	LOCAL	L																																		
	ESTRATÉGICO	M																																		
EXPECTATIVA DE OCORRÊNCIA	REGIONAL	R																																		
	IMEDIATO	Im																																		
	CURTO PRAZO	Cp																																		
DURAÇÃO / FREQUÊNCIA	LONGO PRAZO	Lp																																		
	TEMPORÁRIO	T																																		
REVERSIBILIDADE	PERMANENTE	Per																																		
	REVERSÍVEL	R																																		
MAGNITUDE	IRREVERSÍVEL	Ir																																		
	BAIXA	1																																		
	MÉDIA	2																																		
	ALTA	3																																		
ETAPA	AÇÕES																																			
PLANEJAMENTO	Divulgação do empreendimento junto a população local		.																		.	.	.	PIMCpT1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
IMPLANTAÇÃO	Remoção da cobertura vegetal		.	NOLimPR3	NOLimT1	.	.	.	.	NOLimT2	NOLimT2	NOLimT1	NOLCpT2	NOLimT2	NOLimT3	NOLimT1	NOLimT1	NOLimT1	.																	
	Construção do pátio de estocagem		.	NOLimT1	NOLimT2	.	.	.	.	NOLimT2	NOLimT2	NOLimT1	NOLCpT1	NOLimT2	NOLimT3	NOLimT1	NOLimT1	NOLimT1	.																	
	Construção de rede de drenagens e bacia de decantação		.	NOLimT1		.	.	.	.		NOLimT1	NOLimT1	POLimT2	POLimT2	NOLimT3	NOLimT1	POLimT2	POLimT2	.																	
OPERAÇÃO	Decapeamento		.	NOLimPR2	NOLimT2	.	.	.	.	NOLimT2	.	NOLimT1	NOLCpT3	NOLimT2	NOLimT3	NOLimPR2	NOLimT1	NOLimT1	NOLimPR2																	
	Estocagem da camada de solo		.	NOLimT2	NOLimT2	.	.	.	.	NOLimT2	.	NOLimT1	NOLCpT1	NOLimT2	NOLimT3	NOLimPR2	NOLimT1	NOLimT1	.																	
	Remoção do capeamento estéril		.	NOLimPR2	NOLimT2	.	.	.	.	NOLimT1	.	NOLimT1	NOLCpT1	NOLimT2	NOLimT3	NOLimPR2	NOLimT1	NOLimT1	NOLimPR3																	
	Extração do minério		.	NOLimPR3	NOLimT2	.	.	.	.	.	.	NOLimT1	NOLCpT1	NOLimT2	NOLimT3	NOLimPR2	NOLimT1	NOLimT1	NOLimPR3																	
	Deposição de estéreis		.	NOLimPR3	NOLimT2	.	.	.	.	NOLimT1	.	NOLimT1	NOLCpT1	NOLimT2	NOLimT3	NOLimPR2	NOLimT1	NOLimT1	NOLimPR3																	
	Carregamento e Transporte			NOLimT2	.	NOLimT3	NOLimT2	PIRimT1	PORimT1	.	.	.	NOLimT2	.	.	.	.	.	.																	
	Manutenção de máquinas e caminhões		.	.		.		POLLpT1	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.																	
	Recolhimento de impostos		.	.	.	.	.	.		POLCpT1	.	.	.	.	.	.	.	.	.																	
	Recuperação Ambiental		.		POLimP2	NOLimT2	.	.	.		POLMLpP2	POLLpP2	.		PILLpP2	PIUmP2	PILLpP2	PIUmP2	.																	
DESATIVAÇÃO	Recuperação das vias de acesso			POLCpT1	.		NOLCp2	.	POLCpT1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.																	
	Paralisação da atividade		.	.	.	.	.	.		NOLimP1	NOLimP1	.	.	.	.	.	.	.	.																	

Tabela 6 - Matriz de Interação dos Impactos Ambientais



Figura 15: Amostra do Material.  
Autor: Fernando S.P. Sant`Anna, 2010



Figura 16: Canal de drenagem da área de mineração.  
Autor: Fernando S.P. Sant`Anna, 2010



Figura 17: Seção transversal no terreno mostrando solo fértil e argila.

Autor: Fernando S.P. Sant`Anna, 2010

Levando em consideração as observações em campo, classificou-se o impacto resultante da operação da jazida como sendo de caráter negativo, de incidência direta, de abrangência local, de ocorrência de curto prazo, de duração temporária e de baixa magnitude.

Por fim, o impacto resultante da construção do sistema de drenagem, assim como os da recuperação ambiental quando cessada a operação, foi classificado como sendo de caráter positivo, de incidência direta e indireta, de abrangência local, de ocorrência imediata e médio prazo, de duração e de média magnitude, visto que são medidas de controle e recuperação ambiental.

#### ***5.5.1.3. Regime de escoamento das águas***

Tanto na etapa de implantação assim como na etapa de operação, o regime de escoamento poderá ser afetado pelas ações do empreendimento, seja pela remoção da cobertura vegetal ou pelas atividades relacionadas à extração do material.

Considerando as dimensões da lavra de 9,02 ha de área útil, a profundidade de operação constatada em campo em torno de 4 metros e a baixa declividade do terreno, esses impactos foram classificados como sendo de caráter negativo, de incidência direta, de abrangência local, de ocorrência imediata, de duração temporária e de média magnitude, ainda que o material se encontre bem consolidado.



#### **5.5.1.4. *Qualidade do Solo***

A qualidade do solo poderá ser comprometida na etapa de implantação mas principalmente na etapa de operação do empreendimento.

A remoção da vegetação para a construção do pátio de estocagem, assim como o decapeamento e a extração do minério provocam a mistura da camada orgânica superficial com as camadas do subsolo, alterando suas propriedades.

Nesse sentido, este impacto foi classificado como sendo de caráter negativo, de incidência direta, de abrangência local, de ocorrência imediata, de duração temporária e de alta magnitude.

#### **5.5.1.5. *Topografia***

Da mesma maneira, a topografia local sofre grandes alterações por meio das ações das etapas de implantação e operação.

A escavação do solo para a retirada do material da jazida, a remoção da cobertura vegetal e as pilhas de estocagem alteram a topografia local e regional.

Na etapa de implantação, este impacto foi classificado como sendo de caráter negativo, de incidência direta, de abrangência local, de ocorrência imediata, de duração temporária e de baixa magnitude, visto a baixa declividade no local e da pequena interferência dessas ações na topografia local.

Já nas atividades que envolvem a operação da jazida, o impacto foi classificado como permanente e irreversível, devido à significativa alteração da topografia local por meio da escavação, sendo que dificilmente este elemento voltará a ser como a original.

#### **5.5.1.6. *Erosão e Assoreamento***

Estes elementos poderão sofrer impactos pela remoção da cobertura vegetal, pela construção do pátio de estocagem, pelo decapeamento e estocagem de material, pela remoção e na deposição do capeamento estéril e pela extração do minério.

Esse impacto foi classificado como sendo de caráter negativo, de incidência direta, de abrangência local, de ocorrência imediata, de duração temporária e de baixa magnitude, visto a baixa declividade do terreno e o nível de consolidação do material.

#### ***5.5.1.7. Geração de estéreis e rejeitos***

A geração de estéreis e rejeitos é, entre todos os elementos ambientais afetados, a mais significativa no contexto da operação da atividade, sendo evidente nas atividades que envolvem o decapeamento, a remoção do capeamento estéril e a extração do minério.

Este impacto foi classificado como sendo permanente, porém reversível, podendo o rejeito ser utilizado na recuperação ambiental da área, simultaneamente a escavação da jazida.

#### ***5.5.2. Meio Biótico***

##### ***5.5.2.1. Fauna Terrestre e Cobertura Vegetal***

O afugentamento, a morte de animais e os impactos referentes à flora poderão ocorrer nas diferentes etapas do empreendimento, sendo que a mais expressiva é na etapa da remoção da cobertura vegetal.

Em todas as etapas, este impacto foi classificado como de natureza negativa, de incidência direta, de abrangência local, de ocorrência imediata, de duração temporária e de média magnitude. Ainda que não exista mata nativa na área diretamente afetada, há de se considerar as coberturas vegetais nativas vizinhas ao empreendimento como mostram as Figura 18 e Figura 19, cujos animais poderão adentrar na jazida em operação.



Figura 18: Mata vizinha a direita da jazida.  
Autor: Fernando S.P. Sant`Anna, 2010



Figura 19: Vista geral do empreendimento.

### ***5.5.3. Meio Sócio-Econômico***

#### ***5.5.3.1. Meio Urbano e Sistema Viário***

O meio urbano e o sistema viário poderão ser afetados pela carga e pelo transporte do mineral da jazida até a indústria, danificando as vias de acesso e as ruas do município na fase de operação. Esse impacto foi classificado como sendo de caráter negativo, de incidência direta, de abrangência municipal, de duração temporária e de média magnitude, visto que o escoamento da extração se dá por uma estrada municipal de

chão que liga o centro da cidade ao local da jazida, como se visualiza na Figura 20.



Figura 20: Estrada municipal que dá acesso a jazida.

#### **5.5.3.2. Paisagem (*Impacto Visual*)**

Em referência a localidade de Santa Bárbara constatou-se em campo seus atributos paisagísticos singulares. A beleza cênica se deve principalmente as características topográficas das encostas da Serra Geral, morros testemunhos, escarpas, além de uma exuberante mata Atlântica nas proximidades do empreendimento.

Tais atributos paisagísticos, somados com a existência de águas termais no município de Santa Rosa de Lima, impulsionam o turismo ecológico, bem como as atividades econômicas agro-ecológicas.

Confrontando com os limites da área diretamente afetada está localizado o empreendimento Condomínio Ecológico Ecovila. Possivelmente, o impacto paisagístico da atividade de mineração tenha repercussões negativas para a valorização imobiliária rural e consequentemente para a economia local.

Na etapa de operação, principalmente no que diz respeito à extração do minério, o impacto paisagístico foi classificado como sendo de caráter negativo, de incidência direta, de abrangência local, de ocorrência imediata, permanente, irreversível e de alta magnitude. Essa classificação deve-se ao fato de que o impacto paisagístico poderá afetar também outros elementos ambientais, como por exemplo, a economia.

#### **5.5.3.3. Ruído e Vibrações**

Este impacto foi classificado, na fase de implantação do empreendimento, como sendo de caráter negativo, de incidência direta, de abrangência local, de ocorrência imediata, de duração temporária e de magnitude média.

Especificamente no período de operação, nas atividades de carregamento e transporte, foi classificado como de alta magnitude.

Em visita de campo, constatou-se que o trânsito frequente de caminhões afeta com maior intensidade as pequenas propriedades familiares localizadas as margens da via municipal que dá acesso ao empreendimento. Esse trânsito, todavia, não se deve somente ao transporte proveniente da mineradora, mas também de carregamentos esporádicos de madeira dos reflorestamentos existentes nas proximidades do empreendimento.

#### **5.5.3.4. Trânsito (fluidez e segurança)**

De acordo com a matriz, foi classificado como de caráter negativo, de incidência direta, de abrangência regional, de ocorrência imediata, de duração temporária e de média magnitude, sendo decorrente principalmente no carregamento e transporte, na etapa de operação.

Em campo, por meio de relatos de moradores da comunidade, após a implantação da mineradora, constatou-se que houve uma melhoria nas condições de tráfego, atenuando as irregularidades da superfície da via.

Em função da necessidade de tráfego de veículos pesados, a própria mineradora encarregou-se de efetuar medidas para a correção das irregularidades na via.

Conforme as Figura 21 e Figura 22, observa-se em campo vários trechos onde o próprio empreendimento fez os reparos necessários para o tráfego dos seus veículos.

O maior impacto negativo ocorre nas vias urbanas do município de Santa Rosa de Lima, cuja pavimentação é de lajota pré moldada que não suporta cargas com peso elevado.



Figura 21: Ponto 1 de recuperação da estrada municipal.

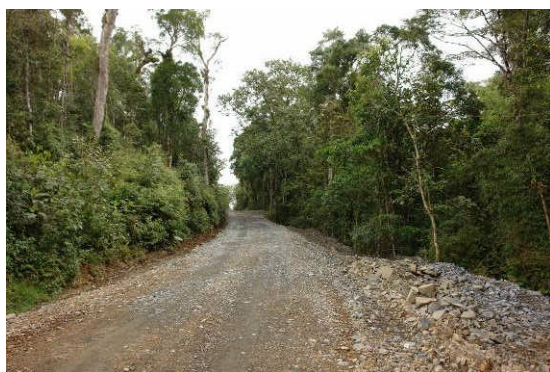


Figura 22: Ponto 2 de recuperação da estrada municipal.

#### **5.5.3.5. *Demanda por bens e serviços***

De forma geral, este empreendimento de mineração necessita de poucos serviços terceirizados. Em campo foram constatados poucos funcionários trabalhando no local. No entanto, o transporte do material é feito por meio de empresas terceirizadas sediadas no município. Este fato é positivo para a economia do município, porém de baixa magnitude.

### **5.5.3.6. Geração de Renda e Finanças Municipais**

Na matriz, este impacto foi classificado como sendo de caráter positivo, de incidência direta, a abrangência municipal, de duração temporária e de baixa magnitude.

Para o município, o empreendimento não vai gerar rendas e arrecadações significativas, já que o minério bruto, de baixo valor agregado, terá como destino o município de Criciúma, onde sofrerá um processo de beneficiamento para fins de comercialização. Somado a este fato o impacto paisagístico negativo, poderá afetar negativamente as atividades de turismo ecológico, e conseqüentemente as rendas alcançadas por esta atividade.

## **5.6. Medidas Mitigadoras**

A fim de propor medidas de mitigação para a operação da lavra, de modo a garantir a proteção dos elementos ambientais, primeiramente, foram analisadas as medidas propostas no Estudo Ambiental Simplificado realizado para o empreendimento.

### **5.6.1. Medidas previstas no EAS**

O Estudo Ambiental Simplificado realizado pela empresa Magma – Mineração, Geologia e Meio Ambiente, no ano de 2009, previu como medidas mitigadoras e compensatórias, alguns controles durante as fases do empreendimento.

Para o controle da poluição das águas está prevista a construção de um sistema de drenagem das águas superficiais e de infiltração, o qual é constituído de canais de coleta da água ao longo da jazida e da bacia de decantação.

No controle da poluição do ar, previu a rega contínua das áreas causadoras de poeiras fugitivas por meio da aspersão das pilhas de estocagem de minério.

No controle dos impactos relacionados ao solo, sugeriu que a lavra seja executada de forma que se proceda o decapeamento progressivamente a recuperação ambiental, com separação e armazenamento de solo fértil e estéril. O processo de escavação deverá ser feito de forma a minimizar ao máximo a área decapeada com exposição mínima das áreas escavadas.

Além das medidas de proteção ambiental citadas acima, sugerem outros controles aos demais processos de apoio à lavra, como por exem-

plo, o revolvimento do solo fértil estocado a fim de manter sua fertilidade.

Como medida de compensação ambiental pela destruição de habitats e alteração da população de animais a mineradora criará uma reserva legal, com mata de origem nativa, correspondente a 20% da propriedade.

No que tange os aspectos sociais, está prevista a limitação da velocidade dos veículos no transporte das cargas e a recuperação da via que dá acesso ao empreendimento.

Em relação ao desconforto ambiental provocado por ruídos e vibrações durante a operação, afirmam que o horário de trabalho será restrito ao horário comercial e os funcionários estarão equipados com EPIs na forma de protetores auriculares.

Na fase de desativação, está prevista a recuperação topográfica e da vegetação, as quais serão mantidas sob manutenção a fim de evitar focos de erosão. E sugerem, ainda, que seja realizado um acompanhamento e monitoramento da qualidade das águas de entorno quando se fizer necessário.

#### ***5.6.2. Proposição de Medidas de Mitigação***

A proposição das medidas de mitigação na mineração de argila será realizada com base na avaliação dos impactos listados na matriz, nas medidas de mitigação previstas no EAS e na visita em campo.

##### ***5.6.2.1. Qualidade do Ar***

Em visita de campo, não foi possível verificar as condições do carregamento do material nos caminhões que transportam a carga. Entretanto, sugere-se a adoção de lonas a fim de evitar a dispersão de material particulado, como também por questões de segurança. A manutenção periódica das máquinas e equipamentos contribui para evitar a poluição atmosférica pela emissão de gases da combustão.

##### ***5.6.2.2. Qualidade da Água***

Em referência a qualidade da água, constatou-se, em visita de campo, a existência de canais de drenagem escavados no próprio solo do terreno, por onde a água é conduzida, os quais podem ser visualizados na Figura 23 e na Figura 24. Entretanto, verificou-se que a água drenada tem como destino final uma mata localizada nos fundos da lavra, como mostra a Figura 25.





Figura 23: Canal de drenagem a esquerda da lavra.  
Autor: Fernando S.P. Sant`Anna, 2010



Figura 24: Canal de drenagem a direita da lavra.  
Autor: Fernando S.P. Sant`Anna, 2010



Figura 25: Lançamento da água drenada diretamente aos redores da mina.  
Autor: Fernando S.P. Sant`Anna, 2010

Dessa forma, para o controle dos impactos referentes à qualidade da água se propõe a execução da bacia de decantação, ainda que o minério se encontre bem compactado e consolidado.

A instrução normativa n. 07 da FATMA estabelece, como norma específica para a extração de argila, que a bacia de decantação de finos deverá ser dimensionada de acordo com a granulometria e o volume do material gerado (SANTA CATARINA, 2010).

### ***5.6.2.3. Qualidade do Solo***

Em relação à qualidade do solo, sugere-se que a lavra seja executada de forma que se proceda o decapeamento progressivamente a recuperação ambiental, com separação e armazenamento de solo fértil e estéril. O processo de escavação deverá ser feito de forma a minimizar ao máximo a área decapeada com exposição mínima das áreas escavadas.

Em visita de campo constatou-se que a recuperação ambiental está sendo realizada na medida em que se executa a operação conforme se verifica na Figura 26.



Figura 26: Recuperação Ambiental durante a operação da lavra.

Na saída de campo, ao trafegar pela via municipal que dá acesso a lavra, constatou-se algumas escavações de solo em áreas adjacentes ao percurso da estrada, como se visualiza nas Figura 27 e Figura 28. Dessa forma, sugere-se a verificação da origem do solo utilizado para a recomposição ambiental da área.

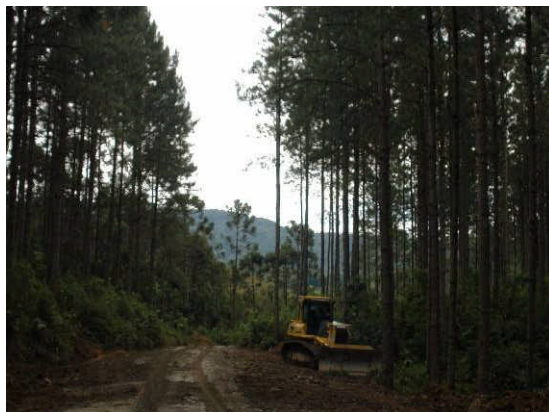


Figura 27: Ponto 1 de escavação ao longo da estrada.



Figura 28: Ponto 2 de escavação ao longo da estrada

#### ***5.6.2.4. Alteração no Padrão Topográfico***

A instrução normativa da FATMA orienta que a mineração em cavas de argila com mais de 2,0 m de profundidade, deverá ser efetuada em módulos de até 4,0 hectares, e destaca que a profundidade das cavas deverá estar prevista e justificada tecnicamente em função do uso futuro da área. Alerta, ainda, que a cava deverá apresentar uma gradual diminuição da profundidade em direção às margens, para que garanta a estabilidade geotécnica dos taludes.

### 5.6.2.5. *Impacto Paisagístico*

Em visita de campo constatou-se que a lavra é vista a partir da estrada que dá acesso a localidade de Santa Bárbara, sendo visualmente observada e acessada por aqueles que transitam por ela, conforme se verifica nas Figura 29 e Figura 30.



Figura 29: Acesso da jazida pela estrada municipal  
Autor: Fernando S.P. Sant`Anna, 2010



Figura 30: Placa de sinalização do empreendimento  
Autor: Fernando S.P. Sant`Anna, 2010

Nesse sentido, para a minimização do impacto paisagístico sugere-se a implantação do cortinamento vegetal por meio de barreiras arbó-

reas, o qual minimizará também os ruídos e vibrações provenientes da operação.

De maneira geral, a Instrução n. 07 da FATMA prevê, também, que se proceda ao cercamento do empreendimento, na qual especifica uma altura mínima de 1,80 m e um número de seis fios (SANTA CATARINA, 2010).

#### **5.6.2.6. Meio Biótico**

Segundo as informações da licença ambiental, a área útil da lavra é definida pelas coordenadas UTM 668.960 e 669.460 leste, 6.903.550 e 6.904.210 norte, as quais delimitam uma extensão de 9,08 hectares.

Por meio das imagens do Google Earth se verifica que na área licenciada pela FATMA existem áreas preservadas de mata nativa, como se visualiza na Figura 3, as quais poderão ser suprimidas na medida em que as operações da lavra avançam para os módulos adjacentes ao atual módulo em execução.

Embora não se trata de uma medida de mitigação, por representar uma exigência legal, recomenda-se que verifique a criação e averbação da reserva legal prevista no EAS como também as atividades de revitalização ambiental da área quando cessadas as operações na lavra. Essas medidas poderão ser de grande valia na preservação dos habitats terrestres.

A Tabela 7 sintetiza os impactos ambientais e as medidas de mitigação para o empreendimento.

<b>IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGAÇÃO</b>
Emissão de Gases da combustão	Manutenção periódica de máquinas e equipamentos
Geração de poeiras fugitivas	Aspersão das pilhas de estocagem do minério
	Adoção de lonas para cobertura dos caminhões
Carreamento de partículas, turbidez, substâncias lixiviadas	Bacia de decantação
Supressão da cobertura vegetal	Decapeamento progressivo com separação e armazenamento do solo fértil e recuperação simultânea
Alteração no padrão topográfico	Mineração em cava efetuada em módulos de 4 hectares
Redução ou destruição de habitats	Recompor a vegetação com espécies nativas
Transformação da paisagem	Barreiras arbóreas/ cercamento
Ruído e vibrações	Barreiras arbóreas

Tabela 7 - Síntese dos impactos identificados e medidas de mitigação propostas

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo do processo de licenciamento ambiental do empreendimento possibilitou verificar que o órgão ambiental exigiu do empreendedor somente um Estudo Ambiental Simplificado para a obtenção das licenças ambientais e dispensou a apresentação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e do Estudo de Conformidade Ambiental, para a emissão das licenças de instalação e de operação.

Dessa maneira, devido ao porte do empreendimento e face ao volume de produção mensal, o licenciamento da atividade se deu de forma simplificada. Todavia, a Instrução Normativa n. 07 da FATMA prevê que sejam apresentadas medidas de minimização e de controle para os impactos ambientais no empreendimento, as quais foram abordadas juntamente ao EAS apresentado pelo empreendedor.

Nesse sentido, entende-se que o empreendimento Jazida Santa Bárbara está de acordo quanto aos procedimentos legais na esfera do licenciamento ambiental, visto que o estudo ambiental apresentado foi o Estudo Ambiental Simplificado exigido pelo próprio órgão ambiental e que os controles e medidas de minimização foram abordados nesse estudo, tal qual preconiza a Resolução n. 01 de 2006 do CONSEMA.

Foi possível verificar que existem impactos significativos para a operação do empreendimento, sendo que os mais notórios dizem respeito à qualidade do ar, à qualidade da água, à qualidade do solo, à geração de rejeitos e estéreis, à transformação da paisagem e ao conforto ambiental. A grande maioria dos impactos se destaca por ser de natureza negativa, incidindo de forma direta e temporária no meio ambiente. Entretanto, o impacto resultante da transformação da paisagem e da alteração da topografia foi considerado permanente e irreversível, uma vez que altera significativamente a paisagem local.

Por meio da visita em campo, foi possível constatar que o empreendimento está seguindo parcialmente as medidas de mitigação previstas nas leis e nas licenças ambientais.

De modo geral, as medidas mitigadoras deveriam abranger:

- A manutenção periódica de máquinas e equipamentos para o controle da emissão de gases da combustão.
- A aspersão das pilhas de estocagem do minério e adoção de lonas para a cobertura dos caminhões a fim de minimizar a emissão de poeiras fugitivas.
- Execução de bacia de decantação para o controle da poluição das águas.



- O decapeamento progressivo com separação e armazenamento do solo fértil e recuperação simultânea para a minimização dos impactos resultantes da supressão da cobertura vegetal.
- A mineração em cava efetuada em módulos de 4 hectares a fim de minimizar a alteração no padrão topográfico.
- Recompôr a vegetação com espécies nativas para a minimização da redução ou destruição de habitats.
- Execução de barreiras arbóreas para a minimização do impacto paisagístico e dos ruídos e vibrações.

Outro ponto importante diz respeito a área útil licenciada pelo órgão ambiental, definida pelas coordenadas UTM 668.960 e 669.460 leste, 6.903.550 e 6.904.210 norte. Por meio das imagens do Google Earth se verifica que na área licenciada pela FATMA existem áreas preservadas de mata nativa, como se visualiza na Figura 3, as quais poderão ser suprimidas na medida em que as operações da lavra avancem para os módulos adjacentes ao atual módulo em operação. Nesse sentido, alerta-se aos órgãos de fiscalização quanto a efetivação da criação da reserva legal na área licenciada.

Ressalva-se, ainda, a importância da fiscalização ambiental do empreendimento no que tange a efetiva execução das medidas de mitigação propostas. Recomenda-se que a fiscalização se estenda para as atividades de total recuperação do meio ambiente e da topografia, quando cessada a operação.

Na esfera social, esse trabalho serve como subsídio de dados para a comunidade local, no sentido de promover a conscientização de seus direitos enquanto cidadãos, e, ainda, aos órgãos de fiscalização, no sentido de acompanhar a efetivação dos controles ambientais previstos em lei.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSY, Miriam Laila et al. **Avaliação de impacto ambiental:** agentes sociais, procedimentos e ferramentas. Brasília: IBAMA, 1995.

ABC. Associação Brasileira de Cerâmica.  
Disponível em [http://www.abceram.org.br/asp/abc\\_0.asp](http://www.abceram.org.br/asp/abc_0.asp). Acesso em 04/08/2010.

BARRETO, Maria Laura. **Mineração e desenvolvimento sustentável:** Desafios para o Brasil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1998.

\_\_\_\_\_. **Lei nº. 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm) >. Acesso em: 04 jun. 2010.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº. 99.274**, de 06 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/decreto/Antigos/D99274.htm> >. Acesso em: 04 jun. 2010.

\_\_\_\_\_. **Decreto-Lei nº. 227**, de 28 de fevereiro de 1967. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas). Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Decreto-Lei/Del0227.htm> >. Acesso em: 04 jun. 2010.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro:** Parte I - Estatística Brasil. Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Mineração. IBRAM (Org.). **Sistema de Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira: Parte I - Estatística Brasil**. 4 ed Brasília, 2008.

BOLZAN, Norberto. **Gestão Ambiental em empresa de mineração de basalto na região de Santa Maria - RS**. 2001. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

BRUM, Irineu Antônio Schadach de. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração**. 1999. 35 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais Na Indústria, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1999.

CAMPOS, E. E.; FERNANDES, L. E. V. A. **Controle Ambiental Aplicado à produção de agregados**. Programa de capacitação de gestores de empresas mineradoras da de agregados da construção civil. Plano Nacional de Agregados. 2007. 25p Disponível em: <[www.cetec.br/agregados/conteudo/Contribuição%20Edson%20steves%20e%20Lúcia%20Fernandes.PDF](http://www.cetec.br/agregados/conteudo/Contribuição%20Edson%20steves%20e%20Lúcia%20Fernandes.PDF)>. Acesso em: 09 jun. 2010.

CASTRO, Joel Carneiro et al. **Coluna White: Estratigrafia da Bacia do Paraná no Sul do Estado de Santa Catarina - Brasil**. Florianópolis: Secretaria de Estado da Tecnologia, Energia e Meio Ambiente, 1994. 4 v. (Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 001, de 23 de janeiro de 1988. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 04 jun. 2010.

\_\_\_\_\_. Resolução n. 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 04 jun. 2010.

- \_\_\_\_\_. Resolução n. 10, de 06 de dezembro de 1990. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res1090.html>>.  
Acesso em: 04 jun. 2010.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1999) **Modelagem de Sistemas Ambientais**.  
E.Blücher, São Paulo. 236p.
- CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Avaliação e Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1999.
- DIAS, Marilza do Carmo Oliveira. **Manual de Impactos Ambientais**:  
Orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.
- DANTAS, Marcelo Eduardo et al. Geomorfologia aplicada à Gestão Integrada de Bacias de Drenagem: Bacia do Rio Araranguá (SC), Zona Carbonífera Sul-Catarinense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Geomorfologia aplicada à Gestão Integrada de Bacias de Drenagem: Bacia do Rio Araranguá (SC), Zona Carbonífera Sul-Catarinense**. João Pessoa: Abrh, 2005. p. 1 - 74.
- DNPM. **Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina**. (1:500.000), 1986.
- EMPRAPA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa-cnps, 1998. 735 p.
- GUERRA, Antônio Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 7 ed Rio de Janeiro: Ibge, 1987. 446 p.
- IAIA. International Association For Impact Assessment. Pierre Senécal (Org.). **Principles of Enviromental Impact Assessment**: Best Practice. Licoln, 1999.
- IBGE (Ed.). **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim**:: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1986.
- \_\_\_\_\_. <<http://www.ibge.gov.br/cidades>>. Acessado em: 16/11/2010

- LOHANI, Bindu N. et al. **Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia Volume 1: Overview**. Manila, Philippines: Asian Development Bank, 1997.
- MACHADO, Paulo Afonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 10. ed. São Paulo: Malheiros, 2002.
- MAGMA, GEOLOGIA, MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE, 2009 – **Estudo Ambiental Simplificado Jazida Santa Bárbara** – Criciúma. 66 p.
- MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 209-220, 4 mar. 2010.
- REGENSBURGER, Brigitte. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila através da regularização topográfica, da adição de insumos e serrapilheira, e de atratores da fauna**. 2004. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- REIS, F. A. G. V.; FRANCO, A. C. M.; PERES, C. R. et al. Diagnóstico ambiental em minerações de areia e argila no Rio Jaguarí Mirim, município de São João da Boa Vista (SP). *Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, SP*, v.2, n.1, p. 115-134, 2005.  
Disponível em:  
<<http://www.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=34>>. Acesso em: 27/06/2010
- SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Evaluación de Impacto Ambiental. In: II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental**. REPETTO, F.L. & KAREZ C.S. Eds. Montevideo: UNESCO, p. 46-78. 2002.
- \_\_\_\_\_, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008
- SANTA CATARINA. Instrução Normativa FATMA n. 07. Atividades de mineração. Disponível em:  
<<http://www.fatma.sc.gov.br>>. Acesso em: 07 jun. 2010.

\_\_\_\_\_. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar.** Florianópolis: SDM - DIMA - GEHID, 2002.

\_\_\_\_\_. **Atlas de Santa Catarina:** Aerofoto Cruzeiro Sul. Rio de Janeiro: Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, 1986. 173 p.

SILVA, Luiz Carlos da; BORTOLUZZI, Carlos Alberto (Ed.). **Texto Explicativo para o Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina - E= 1:500.000:** 11 Distrito do DNPM. Florianópolis: Coordenadoria de Recursos Ambientais da Secretaria da Ciência e Tecnologia, Minas e Energia, 1987. (Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina).

SCHEIBE, L.F. A geologia de Santa Catarina. Geosul, Florianópolis, n.1 ano I, 1986. p.7-38.